



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

LAADUNVALVONNAN KEHITTÄMINEN KUIVATUSVIIRAN VALMISTUKSESSA

Miia Kaplas

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Kone- ja tuotantotekniikka
Koneautomaatio



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

KAPLAS, MIIA:

Laadunvalvonnan kehittäminen kuivatusviiran valmistuksessa

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 5 sivua
Huhtikuu 2018

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää kuivatusviiran laadunvalvonnan nykytila valmistusprosessin eri vaiheissa sekä tutkia, löytyykö menetelmiä laadunvalvonnan kehittämiseksi. Työn tilaaja oli Valmet Technologies Oy:n Fabricsin tehdas Tampereella, jossa valmistetaan kuivatusviroja, puristinhuopia ja beltejä paperi- ja kartonkikoneisiin sekä suodatinkankaita kaivos- ja kemianteollisuudelle.

Työssä tarkastellaan laatukäsityksiä historian valossa sekä selvitetään eri näkökulmia, joista laatua voidaan tarkastella. Lisäksi käsitellään laadun kehittämiseen tarkoitettuja menetelmiä kuten ISO 9000 -sarjan standardeja, laatu-tekniikoita ja -työkaluja sekä laatu-kustannuksia.

Työssä esitellään kuivatusviira yleisesti sekä tutkitaan valmistusprosessi Fabrics:lla. Lisäksi selvitetään laadunvalvonnan nykytilanne prosessin eri vaiheissa sekä määritetään eri virheiden vakavuusasteet.

Analyysin perusteella kehittämiskohteita löytyi varsinkin kudonnan ja tarkastuksen aikaisista toiminnoista. Kehitystoimenpiteet liittyivät kudonnan aikaiseen tarkastamiseen tarkastustelineen avulla, kudonnan aikaisen historiatiedon parempaan saantiin sekä kutomakoneen virhetilastojen tehokkaampaan tilastointiin.

Tarkastusvaiheen tekeminen jo kutomakoneella, vaikka vain osalle kappaleista, vähentää tuotteiden välivarastointiaikaa sekä parantaa viallisten tuotteiden havaitsemista aikaisemmassa vaiheessa kuin aiemmin. Kudonnan aikaisen häiriötiedon näkeminen visuaalisessa muodossa yhdellä silmäyksellä parantaisi varmasti virheisiin reagointia. Tilausten aikaisen, kutomakoneella syntyvien virhetapahtumien automaattinen tilastointi auttaa keskittymään oikeiden asioiden korjaamiseen ilman, että tilastojen kerääminen vie ylimääräisiä resursseja. Tuotannon läpimenoaikojen nopeutuminen ja parempi mahdollisuus havaita virheitä varhaisessa vaiheessa pienentää valmistuskustannuksia ja lisää tuottavuutta.

Asiasanat: laadunvalvonta, standardi, kuivatusviira, tuottavuus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

KAPLAS, MIIA:
Developing quality control in dryer fabrics manufacturing

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 5 pages
April 2018

The purpose of this thesis was to examine the current situation of the quality control in the various states of the dryer fabrics manufacturing process. The objective was to innovate new methods to develop quality control. The commissioner of this research was Valmet Technologies Ltd. The work took place in the weaving and warping department in the Valmet Fabrics factory in Tampere. The products Fabrics Tampere offers are press felts, dryer fabrics and shoe press belts for paper and board machines. In addition to these Fabrics also offers filter fabrics for mining and chemical industries.

The concept of quality is examined from the history point of view and the aspects of quality are also introduced. In addition to these the quality improvement methods like ISO 9000 series, quality techniques and tools as well as quality costs are discussed.

Dryer fabrics in general and manufacturing process at Fabrics are illustrated. Furthermore, the current situation of the quality control is determined as well as the seriousness of different faults.

According to the analysis, development targets were found in weaving and inspection activities. Three developing methods were selected and they were enabling reliable inspection at the weaving machine by constructing an inspection rack, better collection of history data in weaving and more efficient statistics of weaving machine data.

Performing inspection at the same time with weaving would reduce storage time and improve detection of faulty products at an early stage. The visualization of history data in the weaving machine might help to react to faults better. The automatic statistics of weaving faults caused by the weaving machine itself would help to focus on the right things. These actions would reduce manufacturing cost and increase productivity.

Key words: quality control, standard, dryer fabrics, productivity

SISÄLLYS

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 7 |
| 2 | LAATU | 8 |
| 2.1 | Vaihdantataloudesta kokonaisvaltaiseen laadunhallintaan | 8 |
| 2.2 | Laatu tänään | 10 |
| 2.2.1 | Näkökulmia laadun olemukseen | 10 |
| 2.3 | Laadun ylläpito | 12 |
| 3 | LAADUN KEHITTÄMINEN..... | 13 |
| 3.1 | ISO 9000 sarja | 13 |
| 3.2 | Laatupalkinnot | 14 |
| 3.3 | Laatutekniikat | 16 |
| 3.4 | Laatutyökalut | 16 |
| 3.5 | Laatukustannukset | 17 |
| 4 | KUIVATUSVIIRA | 18 |
| 4.1 | Käyttötarkoitus..... | 18 |
| 4.2 | Tuotteelta vaadittavat ominaisuudet | 19 |
| 4.3 | Viiran valmistus | 19 |
| 4.4 | Markkinat..... | 21 |
| 4.4.1 | Valmet Technologies | 21 |
| 4.5 | Tulevaisuuden näkymät | 21 |
| 5 | VALMISTUSPROSESSI..... | 23 |
| 5.1 | Alkutuotanto | 23 |
| 5.1.1 | Loimaus, kudonta ja raakatarkastus | 23 |
| 5.2 | Lopputuotanto | 26 |
| 5.2.1 | Lämpökäsittely, saumaus ja viimeistys..... | 26 |
| 5.3 | Lopputarkastus ja pakkaus..... | 26 |
| 5.4 | Toiminnanohjausjärjestelmä SAP..... | 27 |
| 6 | LAADUNVALVONTA PROSESSIN ERI VAIHEISSA | 28 |
| 6.1 | Materiaalin tarkastus..... | 28 |
| 6.2 | Loimaus ja lastaus..... | 29 |
| 6.3 | Solminta | 30 |
| 6.4 | Kudonta..... | 30 |
| 6.4.1 | Automaattinen valvonta | 30 |
| 6.4.2 | Ihmisen suorittama valvonta | 31 |
| 6.5 | Irrotus ja raakatarkastus | 32 |
| 6.6 | Väliavarastointi..... | 33 |

| | | |
|-------|--|----|
| 7 | LAATUPOIKKEAMAT | 34 |
| 7.1 | Lievät virheet | 34 |
| 7.2 | Kohtuulliset..... | 34 |
| 7.3 | Kriittiset | 34 |
| 8 | LAADUNVALVONNAN KEHITTÄMINEN ALKUTUOTANNOSSA | 35 |
| 8.1 | Materiaalit ja loimaus | 35 |
| 8.2 | Kudonta..... | 35 |
| 8.2.1 | Tarkastusteline kutomakoneelle..... | 36 |
| 8.2.2 | Tilausraportin tulostuminen exceliin..... | 39 |
| 8.2.3 | Sähköinen kudoskartta | 41 |
| 9 | POHDINTA..... | 42 |
| | LÄHTEET..... | 43 |
| | LIITTEET | 45 |
| | Liite 1. Luontipöytäkirja..... | 45 |
| | Liite 2. Kutomakoneen lastauskartta | 46 |
| | Liite 3. Tarkastusteline kutomakoneelle | 47 |
| | Liite 4. Tarkastuksessa havaitut virheet koneilla A ja B | 48 |
| | Liite 5. Sähköinen kudoskartta | 49 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|--------------|--|
| SAP | Toiminnanohjausjärjestelmä |
| TQM | Total Quality Management. Kokonaisvaltainen laadunhallinta |
| MBNQA | Malcolm Baldrige National Quality Award. USA:n laatupalkinto |
| EFQM | European Foundation for Quality Management. Euroopan laatupalkinto |
| Six Sigma | Ongelmanratkaisutyökalu |
| Vire | Loimien muodostama kuja, jossa on kude |
| PPS | Polyfenyleenisulfidi |
| PET | Polyfenyleenisulfidi |
| PEEK | Polyeetterieetteriketoni |
| SLIK | Sauman lämpökäsittelymenetelmä |
| Konfirmointi | Tilauksen valmistumisvahvistus SAP:ssa |

1 JOHDANTO

Kiristyvillä ja suppenevilla paperinvalmistusmarkkinoilla myös paperikoneiden varaosia, kuten kuivatusviiroja, valmistavat yritykset joutuvat miettimään keinoja, joilla he voivat pienentää tuotteidensa valmistuskustannuksia. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää työn tilaavan yrityksen laadunvalvonnan nykytila kuivatusviiran valmistuksessa, löytää kehittämistä vaativat kohteet sekä esittää kehitysehdotuksia laadunvalvonnan kehittämiseksi. Yrityksellä oli jo varsin kattavat laadunseurantamenetelmät mutta siitä huolimatta siellä katsottiin, että parantamisen varaa voisi vielä löytyä.

Kuivatusviiran valmistusprosessiin kuuluu useita eri vaiheita, minkä vuoksi kehityskohdeiden määrittäminen rajattiin koskemaan vain alkutuotantoa eli vaiheita lankojen saapumisesta viiran tarkastukseen. Lisäksi työ rajattiin koskemaan kutomakoneiden osalta vain kahta konetta. Valmistusprosessi tapahtuu suurelta osin koneellisesti mutta käsityötä ja silmin tehtävää havainnointia tehdään vielä paljon.

Tutkimus suoritettiin seuraamalla eri työvaiheiden toteutusta sekä haastatteleamalla kutomo-luonti osaston toimihenkilöitä ja työntekijöitä tarvittaessa. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmänä on SAP, johon työntekijät kuittaavat eri työvaiheet sekä havaitut virheet. Vaikka SAP:sta saatiin tulostettua monipuolisia raportteja, jouduttiin osa tiedoista yhdistelemään Excelissä, sillä esimerkiksi konekohtaisia tarkastuksen virhetietoja ei ollut saatavissa SAP:sta suoraan.

Tutkimuksen perusteella kehittämiskohteita löytyikin useita ja työn tilaajan kanssa sovittiin kolmen ehdotuksen jatkokehittelystä. Työn laajuuden vuoksi sovittiin, että valituista ehdotuksista riittää teoreettinen selitys. Varsinainen käytännön toteutus jää yritykselle, mikäli he päättävät toteuttaa joitain ehdotuksista.

2 LAATU

2.1 Vaihdantataloudesta kokonaisvaltaiseen laadunhallintaan

Niin kauan kuin tavarat ovat vaihtaneet omistajaa, on myös laatu ollut merkittävä tekijä. Vaihdantatalouden aikana kaupan kohteena olevaan tuotteeseen tutustuttiin ja sen laatua arvioitiin heti vaihdantahetkellä. Kun tuote vaihtoi omistajaa, myyjä sai vastineeksi esimerkiksi oravannahkoja. Hinta määräytyi sen mukaan, miten laadukkaaksi ostaja tuotteen arvioi. Valuuttana käytetyllä oravannahallakin on varmasti ollut joku laatuun, kokoon tai muuhun tärkeään ominaisuuteen perustuva arvo.

Kun talouselämä kehittyi, alkoi käsityöläisammattikunnilla olla keskeinen rooli laadunvalvonnassa. Tuohon aikaan syntyi mestari-kisälli-oppipoikajärjestelmä, jossa tavoitteena oli kouluttaa nuorista miehistä ammattitaitoisia laatutuotteiden tekijöitä. Suutari- ja kelloseppämestareille oli erittäin tärkeää, että asiakkaat arvostivat heidän pajoissaan valmistettuja kenkiä ja kelloja. Mestarilla oli suurin vastuu laadun varmistuksessa. Oppipojilta edellytettiin tietyn työkokemuksen jälkeen työnäytteiden antamista, ennen kuin he saattoivat saada kisällin tai mestarin arvonimen. Työnäytteiden arvostelussa tuotteen laadukkuudella oli tärkeä merkitys. (Lecklin, O. 2006. 15-16)

Tuotteiden koneellinen valmistus alkoi toden teolla teollisen vallankumouksen jälkeen. Valmistuksen räjähdysmäisen kasvun vuoksi tarjolla ei ollut heti koulutettua työvoimaa. Samaan aikaan syntyi Frederick Taylorin mukaan nimetty koulukunta, taylorismi, jossa laatu pyrittiin varmistamaan tarkastamisen avulla sekä pilkkomalla työ pieniin vaiheisiin. Eri ihmiset tekivät kukin vain omaa tehtäväänsä, jolloin kokonaisnäkemys jäi puuttumaan, minkä seurauksena virheiden esiintyminen oli tavallista. Virheiden vähentämiseksi perustettiin erillinen laaduntarkastajien ammattiryhmä, joiden tehtävänä oli tarkastaa raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden laatu, raportoida poikkeamista ja esittää parannustoimenpiteitä. Laaduntarkkailuosastoilla saattoi olla jopa satoja henkilöitä, riippuen tietenkin yrityksen koosta. (Lecklin, O. 2006. 16)

Seuraava askel oli laadunohjauksen käyttöönotto eli alettiin hyödyntää tilastollisia menetelmiä. Tähän aikaan kehitettiin laajasti käytössä olleet laadunohjauskortit. Tuotteelle

asetettiin määrätty ylä- ja alatoleranssit, joiden sisällä hyväksyttävän tuloksen tuli olla. Toleranssien määrittämisessä käytettiin tilastomatemattisia menetelmiä. Korttien käytöllä pyrittiin tasalaatuisuuteen ja vaihtelun vähentämiseen. Laadunohjaus keskittyi yleensä yksittäisiin tuotteisiin, joten se ei kattanut koko tuotantoprosessia. (Lecklin, O. 2006. 16-17)

Laadunvarmistus otti huomioon koko yrityksen toiminnan kokonaisvaltaisesti, mitä laadunohjaus ei tehnyt. Japani oli Yhdysvaltojen kanssa urauurtava tekijä laadunvarmistuksen hyödyntämisessä. Toisen maailmansodan jälkeen Japani ei voinut ylpeillä laadukkailla tuotteilla. ”Made in Japan” oli yhtä kuin halpa ja huono eikä Toyotalla ollut mitään asiaa länsimaisille tai amerikkalaisille markkinoille (Raatikainen 1994, 13). Sitkeän työn tuloksena laatu ja tuottavuus kohosivat Japanissa. Laadunvarmistuksen tavoitteena oli kehittää sellainen työtap, joka ennalta ehkäisee laatuvirheitä ja kustannuksia. (Lecklin, O. 2006. 17)

TQM (Total Quality Management) eli kokonaisvaltainen laadunhallinta laajentaa laatu-käsitettä edelleen. Laatu on sisällytetty niin johtamiseen, strategiseen suunnitteluun kuin organisaation kehittämiseenkin. Asiakkaiden tarpeet ovat tulleet yhtä tärkeäksi, ellei jopa tärkeämmäksi, kuin sisäiset toiminnot. TQM ei keskity tarkastelemaan vain itse tuotteen laatua vaan myös koko toimintaprosessin laatua. Konseptiin sisältyy asiakkaiden lisäksi myös muut yrityksen sidosryhmät kuten yhteistyökumppanit, omistajat ja rahoittajat. (Lecklin, O. 2006. 17). Taulukossa 1 on esitetty laatu-käsitteen kehittyminen eri aikakausina (Laatu ja laatujohtaminen).

TAULUKKO 1. Laatu-käsitteen kehittyminen eri aikakausina

| | TARKASTUS | LAADUN- VALVONTA | LAADUN- VARMISTUS | LAATU- JOHTAMINEN |
|-------------------------|---------------------------------|---|--|----------------------------------|
| Aikakausi | -1920 | 1920-1950 | 1950-1980 | 1980- |
| Näkökulma | Ratkaistava ongelma | Ratkaistava ongelma | Ennaltaehkäisy | Mahdollisuus, kilpailutekijä |
| Ensisijainen lähtökohta | Virheiden etsiminen | Valvonta | Koordinointi | Strateginen vaikutus |
| Lähestymistapa | Tarkastettu laatu | Valvottu laatu | Sisäänrakennettu laatu | Laadun johtaminen |
| Painopiste | Tasainen laatu | Tasainen laatu ja pienempi tarkastustarve | Ennaltaehkäisevä laadunvarmistus koko ketjussa | Asiakkaiden tarpeet |
| Metodit ja työkalut | Näytteenotto ja mittauslaitteet | Tilastollinen laadunvalvonta | Nollavirheajattelu | Strateginen tavoiteasetanta |
| Laadusta vastuussa | Tarkastusosasto | Valmistus- ja suunnitteluosastot | Kaikki osastot | Jokainen henkilö organisaatiossa |

2.2 Laatu tänään

Nykyisen laatuajattelun keskiössä ovat eri sidosryhmät, ennen kaikkea asiakkaat. Jos asiakas kokee saavansa sitä mitä on tilannut ja on tyytyväinen tuotteeseen, yrityksen toiminnan voidaan katsoa olevan laadukasta. Tuotannon tehokkuus ja virheettömät tuotteet eivät yksin ole tae korkeasta laadusta, vaan laadun arviontiin tarvitaan ulkopuolisen toimijan, usein asiakkaan, näkemys asiasta. Asiakkaiden ja markkinoiden ymmärtämisen sekä asiakaspalautteen perusteella on mahdollisuus suunnitella ja kehittää yrityksen toimintaa paremmin asiakkaan tarpeita vastaavaksi. (Lecklin, O. 2006. 18)

Asiakastyytyväisyys ei välttämättä ole asia, johon tulee aina pyrkiä. Tästä hyvänä esimerkkinä on pankkien myöntämät lainat nollakoroilla. Asiakkaat ovat varmaan tyytyväisiä mutta samalla pankin kannattavuus kärsii. Tärkeintä on asiakkaan tarpeiden täyttäminen mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Kuitenkin laatua on tarve jatkuvasti parantaa ja kehittää. Kehittämisimpulsseja voi tulla niin yrityksen omasta sisäisestä laatutoiminnasta kuin myös ulkopuolelta. Kilpailijoiden tuotteilla saattaa olla uusia erityisiä ominaisuuksia, markkinoilla tai yhteiskunnassa tapahtuu muutoksia tai vaikka ympäristölainsäädäntö muuttuu, mitkä voivat aiheuttaa painetta muuttaa tuotteita tai prosesseja. Virheiden välttämisen lisäksi kehittämistä voi vaatia oikeiden asioiden tekeminen. Ylilaatua ei kannata tehdä, sillä asiakas ei ole valmis siitä maksamaan. Jos asiakkaan odotukset ylittävä laatu on sellaista, mikä antaa yritykselle kilpailuedun, ei silloin puhuta ylilaadusta. (Lecklin, O. 2006. 18-19)

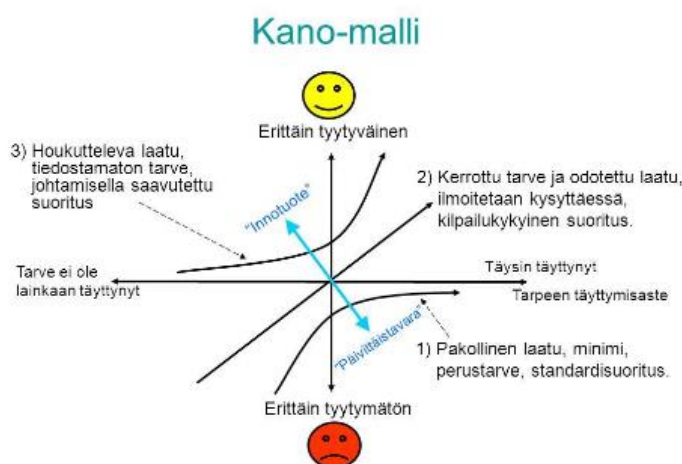
2.2.1 Näkökulmia laadun olemukseen

Laatua voidaan tarkastella useista eri näkökulmista, jolloin laatuun kohdistuu eri tahoilta tulevia vaatimuksia. Näille kaikille on yhteistä se, että ne liittyvät valmistettavan tuotteen vaatimuksiin. Paul Lillrank (1990:41 - 51) tarkastelee laatua kuudesta eri näkökulmasta.

¹⁾Valmistuskeskeinen näkökulma korostaa tuotteen virheettömyyttä ja yhdenmukaisuutta niiden vaatimusten kanssa, jotka sille on ennalta asetettu. Kyse on siis nollavirheajattelusta, jolloin tuotanto katsotaan laadukkaaksi silloin, kun tuotantolinjalta tulee täysin virheettömiä tuotteita, niin toimitusajallisesti kuin laadullisestikin. Tässä ajatusmallissa kaikki täydellisestä poikkeavat tuotteet aiheuttavat yritykselle jonkin suuruisia tappioita.

Tulojen menetyksiä aiheuttavat esimerkiksi takuukustannukset, vahingonkorvaukset ja myöhästymissakot sekä pahimmassa tapauksessa hylkytuotteen uudelleen valmistuksesta aiheutuneet kustannukset. ²⁾Suunnittelulähtöisessä näkökulmassa keskeinen määrite on tuotteen hinta-laatusuhde. Tuotesuunnittelun tehtävänä on määrittää, miltä tuote näyttää, mikä on sen käyttötarkoitus ja mitä valmistusmateriaalia siinä käytetään. Laatu näkökulmasta katsottaessa tuotteen tulee olla käyttötarkoitukseen sopiva. Asiakkaan kokema tuotteen laatu korreloi suoraan siihen mitä asiakas on valmis tuotteesta maksamaan.

³⁾Asiakasnäkökulmasta tarkasteltaessa laatu määritellään sen perusteella, onko asiakkaan tarpeet ja luodut odotukset saatu täytettyä. Asiakkaat eivät kuitenkaan ole yksi yhtenäinen massa vaan eri asiakkaat voivat pitää eri asioita laadukkuuden mittana. ”Jos toimit kaikkien asiakkaiden suhteen samalla tavalla, laatu vaihtelee. Jos haluat tuottaa kaikille asiakkaille samaa laatua, sinun tulee toimia eri lailla eri asiakkaiden suhteen” (K. Johnston). Asiakas ei aina tiedosta kaikkia todellisia tarpeitaan. ”Asiakkaan kokema laatu on yhdistelmä asiakkaan ilmaisemia, odottamia ja alitajunnallisia tarpeita” (Andersson, Hiltunen ja Villanen 2004, 41). Professori Noriaki Kano (1984) on esittänyt tämän näkemyksen kuvan 1 mallin mukaisesti. Käyrä 1 kuvaa tuotteen minimilaatuominaisuuksia, jotka tuotteen oletetaan täyttävän. Niiden puute aiheuttaa asiakkaassa voimakasta tyytymättömyyttä. Esimerkiksi uuden vaatteen oletetaan olevan puhdas. Käyrä 2 on lineaarinen suora ja se kuvaa asiakkaan kertomia ominaisuuksia ja joita se osaa odottaa. Esimerkkinä vähäiset ajokilometrit käytetyssä autossa. Ylin käyrä eli ns. vau-faktori kuvaa tilannetta, kun tuotteessa on jokin uusi ominaisuus, jota asiakas ei osannut odottaa saavansa. Tällainen voi olla esimerkiksi jokin uusi vakiovaruste autossa.



KUVA 1. Kano-malli laadun kokemuksesta

Laatua voidaan määrittää myös ⁴⁾ ympäristön ja yhteiskunnan kautta. Tuotteen elinkaari ja resurssien käyttö suunnittelusta hävittämiseen tulevat varmastikin jatkossa olemaan aina vaan merkittävämmässä roolissa. Näiden lisäksi laatua voidaan tarkastella ⁵⁾ kilpailunäkökulmasta ja ⁶⁾ arvonäkökulmasta. Kilpailunäkökulmasta katsottuna laatua verrataan kilpailijoiden laatuun. Paremman laadun tekeminen kuin mitä kilpailijat tekevät on ylilaatua ja resurssien tuhlaamista. Arvolaadussa taas tarkastellaan tuotteen kustannus-hyötysuhdetta. Se tuote, joka antaa parhaan arvon sijoitetulle pääomalle, on korkealaatuinen.

2.3 Laadun ylläpito

Se, että saavutetaan joskus jokin laadun taso, ei yksin riitä – se on myös pystyttävä ylläpitämään. Kun asiakas tietää saavansa uuden tuotteen aina yhtä laadukkaana kuin edellisenkin, on se iso etu koko ajan kiristyvillä markkinoilla.

Laadun suunnittelu ”Quality planning” tarkoittaa asiakastarpeiden jatkuvaa määrittystä ja päivitystä. Näin toimien yritys pystyy reagoimaan ketterästi kehittämällä prosesseja ja tuotteita. Sellainen yritys, joka pystyy vastaamaan muuttuneisiin asiakastarpeisiin mahdollisimman nopeasti, kykenee säilyttämään kilpailukykyä. (Soste 2015)

Laadunohjaus ”Quality control” pyrkii reagoimaan tuotantoprosesseissa ilmeneviin epä säännöllisyyksiin. Siihen sisältyy kolme vaihetta, joista ensimmäinen on nykyisen laatutason määrittäminen. Sen jälkeen sitä verrataan tavoitteeseen ja lopuksi korjataan erotus.

Toiminnoissa pyritään usein jatkuvaan parantamiseen ja siihen tähdätään myös laadun kehittämisessä. ”Quality improvement” tavoittelee laadun nostamista sellaiselle tasolle, jossa ei aiemmin ole oltu. Pysyvä laadun parantaminen ylemmälle tasolle vaatii järjestelmällisyyttä ja hallittua suunniteltujen toimenpiteiden toteutusta. (Soste 2015)

3 LAADUN KEHITTÄMINEN

3.1 ISO 9000 sarja

Kansainvälisesti ehkä tunnetuin laadunhallintajärjestelmä on ISO 9000 sarja. Vuoden 2015 lopussa ISO 9001 oli maailman käytetyin järjestelmä. Sertifioituja yrityksiä oli tuoloin 1 033 936. Suomessa vastaava luku oli 2 596 kpl. Kiinassa on myönnetty eniten sertifikaatteja, seuraavina tulevat Italia, Saksa ja Japani. Suomessa eniten sertifikaatteja on metallituotteiden valmistuksessa ja perässä tulevat koneiden valmistus ja elektroniikka-teollisuus (SFS).

ISO 9000 -sarjan keskeisimmät standardit ovat:

- ISO 9000:2015 Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto
- ISO 9001:2015 Laadunhallintajärjestelmät. Vaatimukset
- ISO 9004:2009 Organisaation johtaminen jatkuvaan menestykseen. Laadunhallintaan perustuva toimintamalli
- ISO 19011: 2012 Johtamisjärjestelmän auditointiohjeet (SFS)

Standardit ISO 9000, 9001 ja 9004 eivät ole toisistaan erillisiä vaan ne pikemminkin täydentävät toisiaan. Kuvassa 2 on havainnollistettu standardien suhde toisiinsa (Johdanto laadunhallinnan ISO -standardeihin 2016: 43).



KUVA 2. Standardien ISO 9000, 9001 ja 9004 suhde. (SFS)

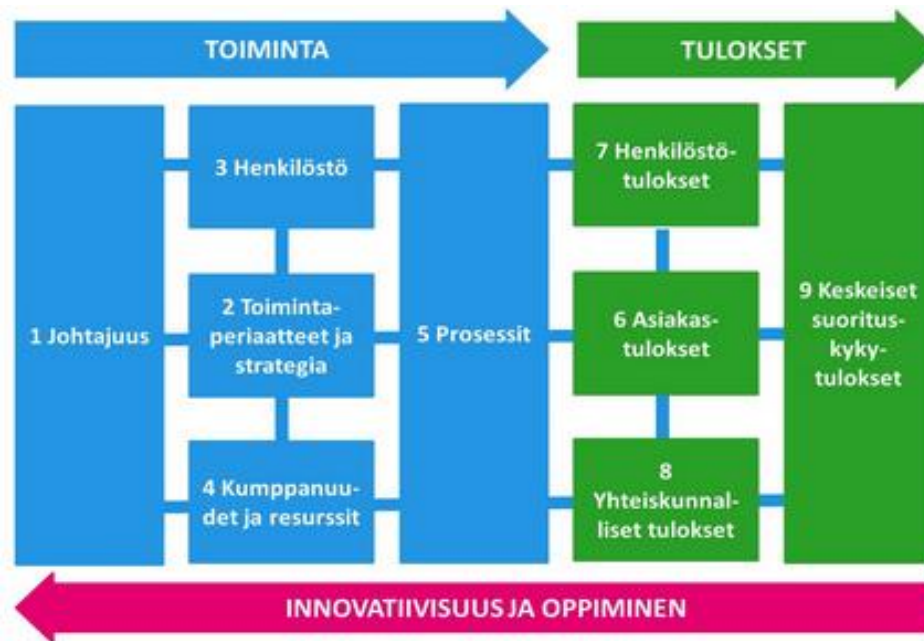
ISO 9000:2015 standardissa esitetään laadunhallintajärjestelmiin liittyvät peruskäsitteet ja periaatteet sekä järjestelmissä käytettävä sanasto. Periaatteita on seitsemän ja ne ovat asiakaskeskeisyys, johtajuus, ihmisten täysipainoinen osallistuminen, prosessimainen toimintamalli, parantaminen, näyttöön perustuva päätöksenteko sekä suhteiden hallinta. ISO 9001:2015 määrittää vaatimukset, joita kaikkia on noudatettava. Huomioon otettavat toiminnot ovat organisaation toimintaympäristö, johtajuus, suunnittelu, tukitoiminnot, operatiivinen toiminta, suorituskyvyn arviointi ja parantaminen. Organisaation vaatimusten noudattaminen voidaan osoittaa esimerkiksi laatukäsikirjalla. ISO 9004 antaa laadunhallintaohjeita laajemmin ja monipuolisemmin kuin ISO 9001 ja siinä keskitytään lähinnä organisaation pitkäaikaisen menestyksen hallintaan. Standardi on sovellettavissa ISO 9001:n tavoin kaikenkokoisiin ja -tyyppisiin yrityksiin toimialasta riippumatta. (ISO 9000 Laadunhallinta).

3.2 Laatupalkinnot

Nykyaikaiset eurooppalaiset laatupalkinnot perustuvat USA:ssa vuonna 1987 perustettuun Malcolm Baldrige National Quality Award laatupalkintoon (MBNQA). Japanissa käytetään Deming-palkintoa, jossa yritysten toiminnan arviointiperusteena käytetään Demingin laatufilosofiaa (Lecklin 2006: 318.). Malcolm Baldrige -palkinnon arviointiperusteiden avulla yritykset voivat parantaa kilpailukykyään, sillä ”toiminnan laadun parantaminen lisää yrityksen suorituskkyä ja asiakastyytyväisyyttä, mikä näkyy kilpailukyvyn lisääntymisenä” (Qualitas Forum). USA:ssa tehtyjen tutkimusten (Vinod Singhal ja Association for Improvement Management) mukaan yritykset, jotka ovat voittaneet laatupalkintoja, ovat pärjänneet keskimäärin paremmin myynnin, tuloksen ja pörssikurssien kehityksen suhteen kuin verrokkiryhmä (Lecklin 2006: 325). Malcolm Baldrige -laatupalkintokilpailun arviointikriteereitä on seitsemän: johtajuus; strateginen suunnittelu; asiakas- ja markkinasuuntautuneisuus; mittaaminen, analysointi ja tietämyksen hallinta; henkilöstöresurssit; prosessien hallinta ja liiketoiminnan tulokset (Qualitas Forum).

Euroopan laatupalkinto perustettiin 1991 ja siitä vastaa European Foundation for Quality Management (EFQM) -organisaatio. Eurooppalainen versio on hyvin samankaltainen kuin Malcolm Baldrige -palkinto mutta eurooppalaisessa palkinnossa on 9 arviointialuetta, jotka on esitetty kuvassa 3. EFQM mallissa on viisi toimintatapoja ja neljä tuloksia kuvaavaa arviointialuetta. Kysymykset mitä tehdään ja millä tavalla ovat keskeisiä, kun

arvioidaan toimintatapoja. Tulokset -osiossa arvioidaan ”osoittavatko tulokset myönteistä kehitystä ja hyvää suorituskkyä, ovatko tulokset hyviä muihin verrattuna, ovatko tulokset seurausta toimintatavoista ja miten kattavia tulokset ovat”. (Soste).



KUVA 3. EFQM malli (Soste)

Suomessa ensimmäiset laatupalkinnot olivat pikemminkin tunnustuksia ja palkitsivat tuotteiden laatua. Niitä on jaettu jo 1970-luvulta lähtien. Malcolm Baldrige -mallista johdetut kriteerit olivat ensimmäisen kerran arviointiperusteena vuonna 1994 ja eurooppalainen malli otettiin käyttöön vuonna 2001. Kilpailussa yritykset jaetaan suuriin yrityksiin, suurten yritysten yksiköihin, pieniin yrityksiin sekä julkisen sektorin ja yleishyödyllisiin yhteisöihin. (Lecklin 2006: 321-323). Palkittuja teollisuusyrityksiä ovat mm. Oy Botnia Mill Service Ab vuonna 2016 ja vuonna 2012 Metsä Fibre Oy, joka palkittiin kaikkien aikojen suurimmalla pistemäärällä (Laatukeskus, Metsä Fibre). Suomen laatu-palkinnon arviointi muodostuu neljästä osa-alueesta, joita ovat **T**ulokset, **T**oimintatapa, **K**äytännön soveltaminen sekä **A**rviointi ja parantaminen. Osa-alueiden nimien alkuosista muodostuu sana TUTKA, joka on yleisesti käytössä oleva lyhenne kuvaamaan näitä arviointiperusteita. (Lecklin 2006: 321-323)

3.3 Laatutekniikat

Laatutekniikat ovat monipuolinen joukko menetelmiä, jotka ovat avuksi laadun kehittämistyössä. Ne voivat koostua useista eri laatutyökaluista, joista kerrotaan seuraavassa kappaleessa tarkemmin. Benchmarking on tekniikka, jossa omaa toimintaa verrataan itseä parempaan toimintaan ja pyritään oppimaan sitä kautta. Benchmarkingia voidaan soveltaa sisäisesti, ulkoisesti tai toiminnallisesti. Yrityksen sisällä voidaan esimerkiksi verrata eri tulosityksiköitä ja myyntiorganisaatioita toisiinsa. Ulkoinen vertailu suoritetaan kilpailijoihin tai toimialan muihin yrityksiin. Toiminnallinen benchmarking kohdistuu käytänteisiin, joihin etsitään parannusta myös oman toimialan ulkopuolelta.

Itsearviointitekniikkaa voidaan toteuttaa esim. Suomen laatupalkinto -kysymyssarjan avulla. Niiden avulla yritys pystyy arvioimaan oman sijoittumisen tietyllä tasolla alueittain. Jatkuvan parantamisen tekniikalla tarkoitetaan pienien parantamisten toteuttamista päivittäin. Parannustoimet eivät yleensä vaadi investointeja ja niihin on helppo osallistua myös työpisteen työntekijät. Tavoitteena voi olla esimerkiksi jonkun työvaiheen yksinkertaistaminen tai materiaalivirran havainnollistuminen.

Muita laatutekniikoita ovat esimerkiksi Six Sigma, strateginen suunnittelu, tasapainotettu mittaristo, tilastollinen laadunohjaus sekä edellisessä kappaleessa esitetty laatupalkintokriteeristö.

3.4 Laatutyökalut

Laatutyökalut ovat hyvä apu ongelmien ja niiden syiden etsimiseen sekä ratkaisuun. Eri-laisia työkaluja on useita kymmeniä mutta muutamia helposti käytettäviä ovat aivoriihi, hajontakaavio, histogrammi ja pareto-analyysi. Aivoriihessä pyritään tuottamaan porukalla suuri määrä ideoita. ”Vahvuutena menetelmässä on ideoiden runsaus ja se, että toisten ideoinnin pohjalta voi syntyä uusia ideoita ja opitaan uusia tapoja lähestyä tarkasteltavaa asiaa” (Innokylä). Hajontakaavion (regressioanalyysi) avulla pyritään löytämään selvä korrelaatio kahden muuttujan välillä, kun taas histogrammilla kuvataan mittaustulosten määrää jakoluokissa. Pareto-analyysillä selvitetään eniten ongelmia aiheuttavat ongelmat. Usein pätee 20/80 -sääntö, joka tarkoittaa, että 20% ongelmista aiheuttaa 80% kustannuksista.

3.5 Laatukustannukset

Laatukustannukset voidaan ajatella myös eräänä laatutekniikkana, mutta koska sillä on usein keskeinen merkitys yritysten kulujen laskennassa, se on käsitelty sen omana kapaleenaan. Laatukustannusten täydellinen laskeminen on usein hankalaa, ja sen vuoksi yritykset keskittyvätkin mittaamaan tietoja, jotka ovat helpoiten saatavilla, kuten reklamaatiot, asiakasvalitukset ja korjaava työ. Kuvassa 4 esitetyn laatukustannusten jäävuorimallin mukaan mittaamatta jää helposti koko joukko kustannuksia, jotka ovat seurausta huonosta laadusta.



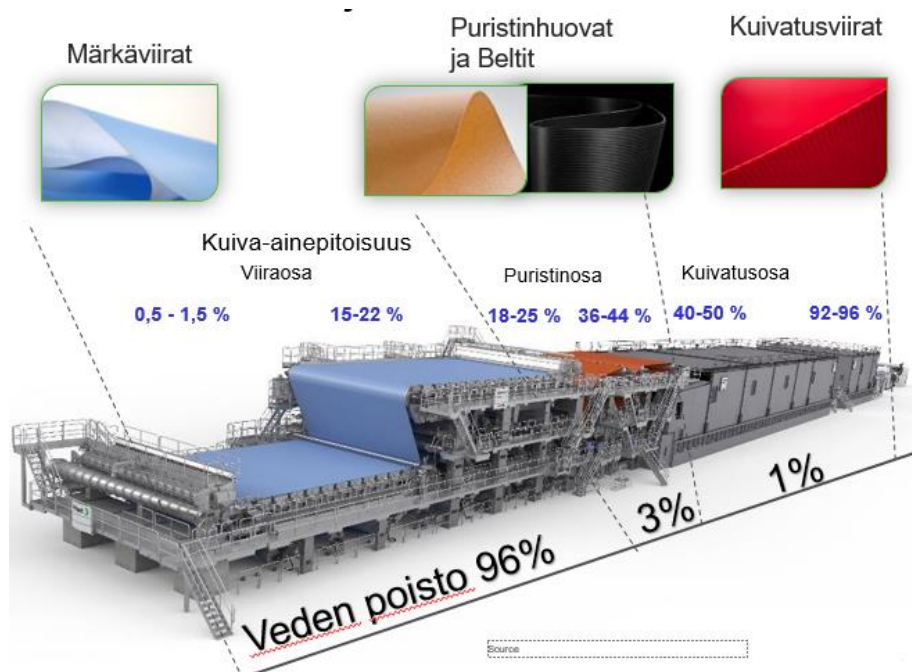
KUVA 4. Laatukustannusten jäävuorimalli (Laatutoiminta suomalaisissa yrityksissä)

Feigenbaumin PAFF -mallissa (Preventive, Appraisal, Failure) laatukustannukset jaotellaan ennaltaehkäiseviin, valvonta- ja virhekustannuksiin. Virhekustannukset jaotellaan vielä sisäisiin ja ulkoisiin. Eri tutkimukset ovat osoittaneet, että ennaltaehkäisevään toimintaan panostavat yhtiöt säästävät virhekustannuksissa sekä huonon laadun aiheuttamissa kokonaiskustannuksissa. (Andersson, Hiltunen, Villanen 2004: 56).

4 KUIVATUSVIIRA

4.1 Käyttötarkoitus

Kuivatusviiroja käytetään paperi-, kartonki- ja selluloosankuivauskoneissa. Kuivatusviirat sijaitsevat paperikoneen loppupäässä eli kuivatusosassa, kuten kuvasta 5 ilmenee. Muut koneissa käytettävät kudokset ovat märkäviirat koneen alkupäässä sekä puristinhuovat ja beltit koneen keskivaiheilla.



KUVA 5. Kudosten sijainti paperikoneessa.

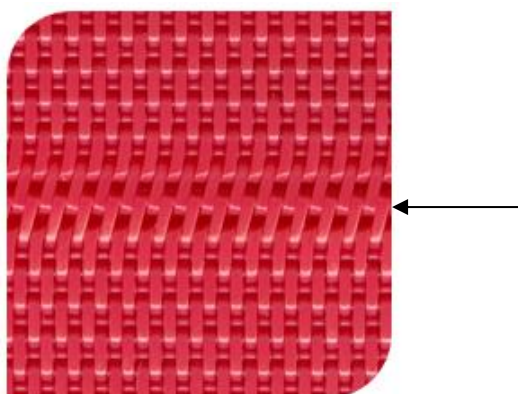
Kuten muidenkin kudosten myös kuivatusviirojen tarkoitus on poistaa vettä paperirainasta. Kuivatusosassa vettä on enää murto-osa verrattuna koneen ns. märkäpähän eli märkäviirojen toiminta-alueelle. Veden poiston lisäksi kuivatusviiran tehtävänä on kuljettaa ja tukea paperirainaa kuivatusosan läpi. Rainan on kuljettava sylintereiden pinnalla tiiviisti, ja kuivatusviira parantaakin tätä kosketusta. Kuivatusviiralla saadaan myös estettyä paperin rypistyminen sekä välitettyä liike-energiaa antamalla kudoksen pyörittää teloja, joissa ei ole moottoria. (Kuivatuskudokset 2017).

4.2 Tuotteelta vaadittavat ominaisuudet

Pystyäkseen toimimaan liike-energian välittäjänä viiroilta vaaditaan kulutuskestävyyttä sekä stabiliteettia mittojen ja rakenteen suhteen. Kudoksia tulee voida ohjata sivusuunnassa, minkä vuoksi viiroilta vaaditaan hyvää ohjattavuutta. Kuivatusviiran käyttöikä on 6 kuukaudesta aina 18 kuukauteen asti. Koska viira likaantuu käytössä, se on voitava pestä useaan kertaan elinikänsä aikana, joten viirojen puhdistettavuus tulee olla hyvä. Viirassa ei myöskään saa olla mitään kohoumia, aukkoja tai muita sidospoikkeamia, ettei se aiheuta markkeerausongelmia paperiin. Viiralta vaaditaan hyvää ajettavuutta eli se ei saa kuljettaa ilmaa. Viiran tulee myös pysyä avoimena eli pitää ilmanläpäisynsä. Lisäksi sillä tulee olla oikean tasoinen ilmanläpäisy ja tasainen profiili sekä korkea kuivauskapasiteetti. (Kuivatuskudokset 2017).

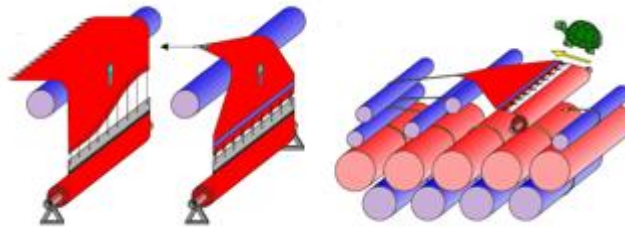
4.3 Viiran valmistus

Kuivatusviirat on valmistettu joko kutomalla tai spiraalitekniikalla. Kutomalla valmistaen viirasta tehdään tasomainen matto, jossa on pituussuunnassa loimilangat ja poikkisuunnassa kudelangat. Kude viedään vireeseen ja kaide iskee kuteen tiukasti kankaan reunaan. Sen jälkeen aukeaa uusi vire ja näin jatketaan siihen saakka, että saavutetaan kankaalle oikea mitta. Jokaisella kangastyypillä on oma sidosrakenteensa, joka määrää syntyvän kankaan kudorakenteen. Syntynyt viiramatto vaatii päihinsä vielä saumat, jotta se saadaan yhdistettyä paperikoneessa silmukaksi. Kuvassa 6 on esitetty eräs saumatyyppi, mitä viirassa käytetään. Saumattuun viiraan kiinnitetään vielä saattokangas tai vetoketju helpottamaan viiran asennusta.



KUVA 6. Kuivatusviiran sauma nuolen kohdalla (Kuivatuskudokset)

Kuivatusviira viedään paperikoneeseen kuvan 7 mukaisesti vetämällä se telojen läpi joko vanhan viiran avulla tai käyttämällä saattokankaana ns. kolmioliinaa.

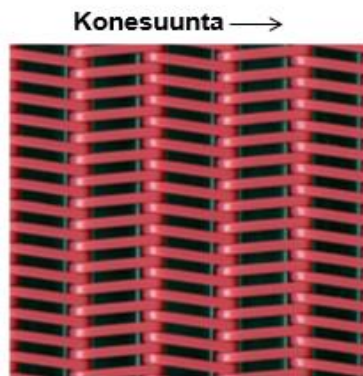


Kuva 7. Viiran koneeseen vetotavat (Kuivatuskudokset)

Viiran oikean käyttäytymisen takia on erittäin tärkeää, että koneeseen asettaminen tapahtuu valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Kutomakoneet, joita kuivatusviiran kudonnassa pääasiassa käytetään, ovat syöstävättömiä. Kuteenvientimenetelmien mukaan ne voidaan vielä jaotella negatiivisiin ja positiivisiin tarttujakoneisiin, ilmasuihkukoneisiin, vesisuihkukoneisiin, projektiilikoneisiin sekä monivaihekutomakoneisiin. Kuivatusviirassa käytettävä kude on melko vahvaa, minkä vuoksi parhaiten kudontaan soveltuvat projektiilikoneet ja negatiiviset tarttujakoneet. Kuivatusviirassa käytettävät langat ovat pääasiassa polyeteenitereftalaattia (PET), polyfenyleenisulfidia (PPS) tai polyeetterieetteriketonia (PEEK).

Spiraaliiviira valmistetaan kokonaan spiraaleista ja poikkisuuntaisista langoista. Kuvassa 8 on esimerkki spiraaliivirasta. Siihen ei tarvitse valmistaa erillistä saumaa vaan sen saa muodostettua spiraalirakenteesta suoraan.



KUVA 8. Spiraaliiviira

4.4 Markkinat

Maailmassa on joitain tuhansia paperikonetta ja niissä kaikissa käytetään useita viiroja. Yhden viiran keskimääräinen elinikä on vuoden, joten markkinat eivät kokonaisuudessaan ole suuret. Kuivatusviiran suurimpia valmistajia ovat mm. Valmet Technologies Suomessa, Albany International ja Asten Johnson USA:ssa sekä Voith Saksassa. Aasiassa on lisäksi toimijoita, kuten Oasis Fabrix ja Qianghua Mesh Industry Co. Ltd, jotka valtaavat Lähi-Idän markkinoita edullisen hintansa vuoksi.

4.4.1 Valmet Technologies

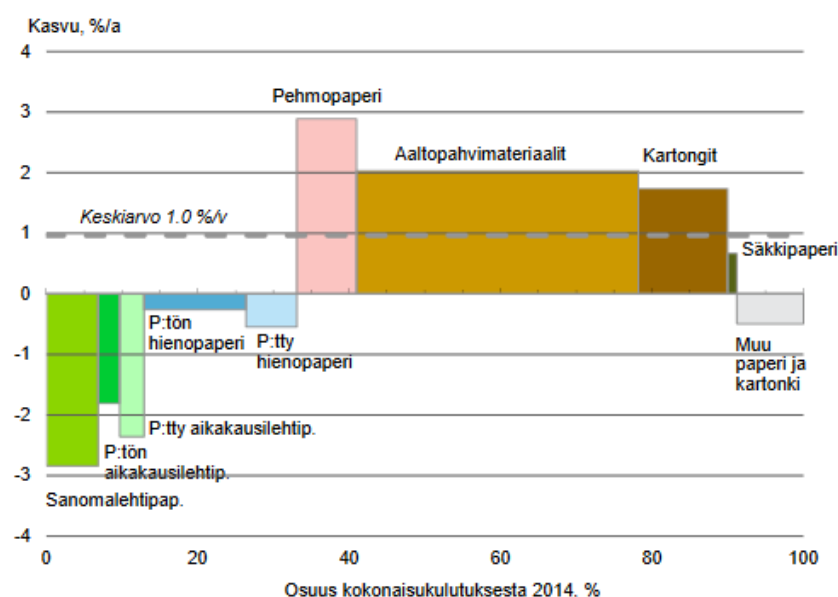
Ainoa suomalainen kuivatusviirojen valmistaja on Valmet Technologies (jatkossa Fabrics) Tampereella. Aiemmin tehdas on toiminut myös nimellä Metso Fabrics sekä Tamfelt. Valmetilla on usean kymmenen vuoden kokemus viirojen valmistuksesta. Fabricsilla valmistetaan myös muita paperikoneen tarvitsemia kudoksia, joita ovat puristinhuovat ja beltit sekä märkäviirat, joita valmistetaan Valmetin Juankosken tuotantoyksikössä.

Kudokset ovat kuitenkin pieni osa Valmetin koko tarjonnasta. ”Valmet on maailman johtava teknologian, automaation ja palveluiden toimittaja ja kehittäjä sellu-, paperi-, energia- ja prosessiteollisuudelle”. Kudokset sijoittuvat palvelut -toimialaan, jossa asiakkaiden prosessien luotettavuuden ja suorituskyvyn eteenpäin vieminen on tärkeää. Sellutehtaat, paperin-, pehmopaperin- ja kartonginvalmistuslinjat sekä bioenergiaa tuottavat voimalaitokset muodostavat teknologiatarjonnan ytimen. Valmet tarjoaa automaatiotratkaisuja niin yksittäisten mittausten muodossa kuin koko tehdasta koskevinä projekteina. (Valmet).

4.5 Tulevaisuuden näkymät

Tavallisen painopaperin kulutus on vähentynyt jo useiden vuosien ajan, koska sähköiset palvelut ovat korvanneet aiemmin paperille painetut tiedot. Samaan aikaan tuotteiden tilaaminen on yleistynyt lisääntyneen verkkokaupan vuoksi. Pakettien nouto on helpottunut huomattavasti esimerkiksi Postin pakettiautomaattien myötä. Tilatut tuotteet vaativat jonkinlaisen pakkauksen, minkä vuoksi kartonkikoneiden tarve onkin kasvanut. Pakkausmateriaalien kehitys ympäristöystävällisemmiksi saattaa omalta osaltaan lisätä kartongin

menekkiä. Kuvassa 9 on esitetty ennuste paperin ja kartongin kulutuksen kasvusta maailmassa tuotealueittain vuosina 2014-2030 (Suomen Metsäteollisuus)



KUVA 9. Ennuste paperin ja kartongin kulutuksen kasvusta maailmassa 2014-2030 (Suomen metsäteollisuus 2014-2030).

Joissain tapauksissa paperikoneet ovat muutettavissa kartonkikoneiksi. Varkauden Stora Enson tehtaalla käynnistyi vuonna 2016 kartonkikone, joka oli alun perin hienopaperikone. Vaikka investointi oli 110 miljoonan arvoinen, Stora Enson toimitusjohtaja Jouko Karvinen oli keväällä 2014 sitä mieltä, että ”uusiutuvaan kuituraaka-aineeseen pohjautuvilla pakkauksilla on hyvät kasvumahdollisuudet sekä Euroopassa että maailmanlaajuisesti” (Maaseudun tulevaisuus 2014).

Samana vuonna myös Kotkamills:llä puhalsivat uudet tuulet. Aikakausilehtipaperia valmistava paperikone korvattiin taive- ja ruokatarjoilukartonkeja valmistavalla kartonkikoneella, joka ensimmäisenä maailmassa mahdollistaa suojakerroksien lisäämisen kartongin pintaan valmistuksen yhteydessä konelinjalla. Kyseessä on myös ympäristöteko, sillä ”suojakerroskartonki on mahdollista kierrättää normaalin keräyspaperin kanssa, koska se ei sisällä muovia”. (Kotkamills 2016).

5 VALMISTUSPROSESSI

5.1 Alkutuotanto

Valmetin Tampereen tehtaalla kuivatusviira valmistetaan alusta loppuun. Tuotannon alkupäähän katsotaan kuuluvan loimen valmistus eli loimaus, varsinainen kudonta sekä kudoksen raakatarkastus. Loimen valmistajien eli loimaajien sekä kutojien työaikamuoto on katkeamaton 3-vuorotyö, jota toteutetaan 5-vuororajärjestelmässä eli tehtaalla työskennellään joka päivä läpi vuorokauden. Raakatarkastajat työskentelevät pelkästään aamuvuorossa. Ennen loimauksen ja kudonnan aloitusta niiden käyttämät langat tulevat tehtaalle sovituilta langanvalmistajilta. Lankarullat on pakattu pahvisiin laatikoihin.

5.1.1 Loimaus, kudonta ja raakatarkastus

Viiran loimaus eli loimen valmistus aloitetaan täyttämällä raami luontiin suunnitelluilla lankarullilla. Raamissa jokaiselle lankarullalle on oma paikka. Raamista langat kulkevat jarrujen, lankavahtien, reikätaulun ja kaiteen kautta tasausvalssistolle, joka ylläpitää loimikentän tavoitejännitettä. Tästä loimet jatkavat matkaa niisien sekä siksak-kaiteen läpi rintavalssille, josta loimet ohjautuvat loimirullalle. Kuvassa 10 on esitetty loimilankojen kulku lankaraamilta tasausvalssistolle ja kuvassa 11 langan eteneminen tasausvalssistolta loimirullalle.



KUVA 10. Loimien kulku lankarullilta tasausvalssistolle



KUVA 11. Loimien kulku tasausvalssistolta loimirullalle

Rullaan mahtuu tietty määrä lankoja ja kudottavan maton leveys sekä kudoksen loimitajuus määräävät kuinka monta rullaa kutomakone tarvitsee. Loimirullat voivat olla kutomakoneessa useassa rivissä. Yhtä riviä kutsutaan tukiksi, joista jokaisessa on yhtä monta loimirullaa. Jokaisessa loimirullassa on sama määrä lankoja ja kukin on luotu ennalta suunniteltuun pituuteen. Poikkeuksen voivat tehdä reunimmaisiet rullat, jotka saattavat olla lankaluvultaan muita pienempiä. Mikäli kutomakone tarvitsee esimerkiksi 10 000 loimilankaa ja raamiin mahtuu vain 500 lankarullaa, täytyy loimirullia luoda 20. Jos kutomakoneen levyteen eli yhteen tukkiin mahtuu vain 10 loimirullaa, täytyy rullia lisätä yhden tukin verran.

Kun loimitukit on asetettu koneeseen, alkaa konesolminta, jossa uudet loimet solmitaan koneellisesti vanhoihin loimiin. Kun jokainen loimilanka on solmittu, vedetään solmut niisien ja kaiteen läpi ja aletaan tehdä raaka-aloituskudontaa. Tässä vaiheessa loimikentän kireyttä tasataan ja korjataan mahdolliset solmintavirheet eli lähinnä korjataan loimipäät, jotka ovat syntyneet solmujen aukeamisesta. Yleensä raaka-aloituskudontaa tehdään muutama metri, jonka jälkeen voidaan aloittaa uuden loimen ensimmäinen tilauskappale.

Ensimmäisen kappaleen jälkeen kudotaan tilauksia niin paljon kuin loimea riittää. Tilaukset kudotaan kuitenkin tuotannonsuunnittelijan määräämässä järjestyksessä.

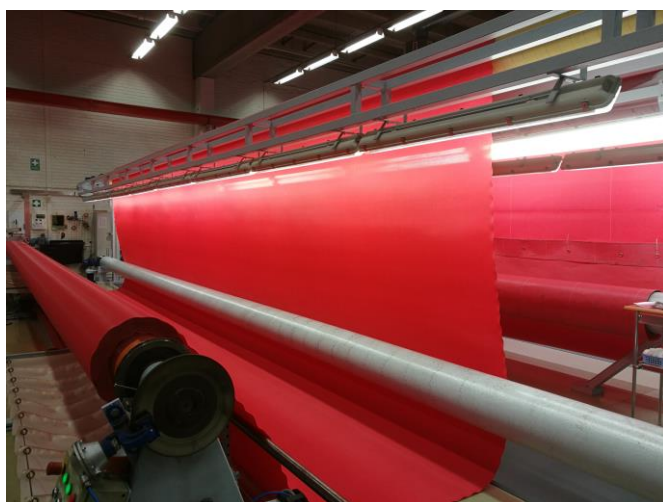
Käytettävät kutomakoneet ovat syöstävättömiä avoimen vireen negatiivisia nauhatarttuja-koneita sekä projektiilikoneita. Kuvassa 12 on eräs kuivatusviiran kutomakone.



KUVA 12. Kuivatusviiran kutomakone

Kutojan tehtävänä on pitää kone käynnissä mahdollisimman hyvin ja valvoa, että syntyvä laatu on ensiluokkaista. Kutoja tehtäviin kuuluu kuderullien vaihto, kun edelliset alkaa loppua. Näiden lisäksi kutojan täytyy osata korjata virheitä, joita vääjäämättä silloin tällöin ilmenee. Tyypillisimpiä virheitä ovat erilaiset kudevirheet kuten esimerkiksi nyppykuteet ja kudesytkyrät sekä kuteenvientitapaan liittyvät ongelmat. Kutojan apuna ja tukena on tekninen osaaja, jolla on laajempi tietämys ja osaaminen konetekniikan puolelta.

Raakatarkastuksessa viira nostetaan siltanosturilla kelkan kartiokarojen väliin. Kartiot ajetaan osittain putken sisään, jolloin putki kiinnittyy napakasti. Viirapakan tarranauhat avataan ja kangas kiinnitetään neulalla ja langalla kiinni saattokankaaseen, jonka avulla viira kuljetetaan apuputkelle sitä mukaan kuin tarkastettavaa aluetta puretaan pakkaputkelta. Kuvassa 13 on esitetty viiran kulku pakkaputkelta tarkastuskelalla. Kuvan oikeassa reunassa keskellä näkyy viiran loppupään ja saattokankaan kiinnityskohta.



KUVA 13. Viiran kulku tarkastuskelalla.

Raakatarkastuksessa viiran pituus, leveys ja tiheys tarkastetaan. Virheiden havaitsemiseksi koko viira tarkastetaan metri metriltä molemmin puolin. Toista puolta tarkastettaessa joudutaan kävelemään viiran päällä. Toinen puoli voidaan tarkastaa lattialle kävelen. Tyypillisimpiä tarkastajien kirjaamia virheitä ovat pysähdysraidat, nyppykuteet, loimikatkeamat ja siitä seuranneet loimipäät, kudepuutokset sekä erilaiset likatahrat. Pysähdysraitoja lukuun ottamatta kaikki virheet korjataan käsityönä. Kun koko kappale on tarkastettu ja virheet korjattu, viira rullataan takaisin alkuperäiselle putkelle, kääritään muoviin ja siirretään odottamaan seuraavaa käsittelyvaihetta eli lämpökäsittelyä.

5.2 Lopputuotanto

Lopputuotantoon kuuluu ”Neulaus ja viimeistys” -osasto ja siihen kuuluu viiran lämpökäsittely, saumaus ja viimeistys. Tässä vaiheessa viira käsitellään kutistumattomaksi, leikataan oikeisiin mittoihinsa sekä valmistetaan yhdistyssauma.

5.2.1 Lämpökäsittely, saumaus ja viimeistys

Raakatarkastusta seuraava työvaihe on lämpökäsittely, jossa viiralle tuotetaan haluttu ilmanläpäisy sekä käsitellään se kutistumattomaksi. Lämpökäsittely tehdään tarkkojen sääntöjen mukaan ja jo viidenkin asteen poikkeama lämpötilassa voi aikaansaada ei-toivottuja ilmanläpäisyarvoja. Lämpö toisaalta myös tasaa mahdollisia pieniä loimikireyksien epätasaisuuksia sekä muita pinnan pikku virheitä.

Lämpökäsittelyn jälkeen viira mitoitetaan tarkkaan tilausta vastaavaksi ja sen molempiin päihin tehdään sauma. Sauma-alueen on tarkoitus olla saman paksuinen kuin muunkin viira-alueen ja sen vuoksi sauma-alue lämpökäsitellään SLIK-menetelmällä, joka on huomattavasti nopeampi kuin koko viiran lämpökäsittely. Mikäli SLIK ei tuota riittävää tulosta, viira täytyy käsitellä viimeistyskoneella kokonaan.

5.3 Lopputarkastus ja pakkaus

Viiralle tehdään vielä lopuksi silmämääräinen lopputarkastus sekä koesaumaus. Tässäkin vaiheessa viira puretaan rullalta ja tarkastetaan koko kangas, ettei viiran käsittelyjen aikana ole päässyt tapahtumaan mitään haaveria. Kun kappale todetaan moitteettomaksi, se rullataan asiakasputkelle ja putki asetetaan vanerilaatikkoon. Viiralaatikko jatkaa matkaa rekassa joko satamaan rahtilaivan kuljetettavaksi tai maanteitse kotimaan markkinoille. Joskus harvoin äärimmäisen kiireellisissä tapauksissa pakkaus lennätetään lähelle asiakasta.

5.4 Toiminnanohjausjärjestelmä SAP

Fabricsin toiminnanohjausjärjestelmänä käytetään SAP:ia. Kuivatusviiran valmistusprosessin jokaisessa vaiheessa järjestelmään tehdään oma kirjauksensa. Ensin, kun langat tulevat taloon, tuotantoassistentti tekee niille ns. saavutuskirjauksen eli ottaa langat tehtaan varastoon. Melko pian tämän jälkeen langat paikoitetaan ja niille määritetään SAP:iin varastopaikat. Langat vähenevät varastosta, kun esimerkiksi luonti tarvitsee niitä, jolloin varastopaikaksi muutetaan luonnin alue. Luonnin valmistuttua loimaajat kirjaavat SAP:iin vahvistuksen eli konfirmoinnin, jolloin langat siirtyvät varastokiloista loimimetreiksi. Työnjohtajat kirjaavat loimimetrit kutomakoneelle siinä vaiheessa, kun kyseiselle koneelle on lastattu sen tarvitsemat loimirullat. Loimen kulutuksen seuranta tapahtuu tilausten konfirmointien myötä. Jokainen kappale ja sen tarvitsemat materiaalit konfirmoidaan aina tilauksen valmistuttua. Lähes kaikissa konfirmoinneissa kirjataan materiaalien lisäksi myös työhön käytetyt työtunnit.

Kappaleen irrotus kutomakoneelta vahvistetaan omana työvaiheenaan. Seuraava kirjaus tapahtuu tarkastuksessa, jossa konfirmoidaan tilauksen tarkastusvaiheen työtunnit ja vahvistetaan tarkastuksessa toteutunut materiaalmäärä. Tarkastajat kirjaavat lisäksi tarkastetun tilauksen havaitut virheet. Loppupään toiminnoista tehdään myös vastaavat kirjaukset.

6 LAADUNVALVONTA PROSESSIN ERI VAIHEISSA

6.1 Materiaalin tarkastus

Kun langat saapuvat tehtaalte, lankavaraston trukikuskut tarkastavat pakkauslaatikot silmämääräisesti ennen kuin alkavat järjestää niitä ns. lastausalueelle. Viirassa käytettävät materiaalit eli loimi- ja kudelangat tarkastetaan laboratoriomittauksin ennen käyttöpäätöstä. Lähes jokaisesta saapuvasta lankaerästä otetaan muutamia rullia tarkempaan analyysiin ja sen perusteella todetaan kyseisen lankaerän kelpoisuus tuotantoon. Laboratoriossa mitattavat ominaisuudet on esitetty taulukossa 2. Fabrics on määrittänyt lankatoimittajille tietyt toleranssit, joiden väliin mitattavien arvojen tulee asettua.

TAULUKKO 2. Langoista mitattavat ominaisuudet

| Specifications | Result | Short text for the inspection ... |
|----------------|--------|--------------------------------------|
| OK / EI OK | | Visuaalinen tark langat / Visual ... |
| tex | Ø | Tex / Count |
| N | Ø | Murt.kuor./Breaking load |
| % | Ø | Murtoven./Elongation at break |
| N | Ø | Alk.ven./Initial modulus 2% |
| N | Ø | Lenkkiluj./Loop strength |
| N | Ø | Lenkkilujuus min. |
| mm | Ø | Lank.halk.paks./ Thickness |
| mm | Ø | Lankahalk.(leveys)/Width |
| % | Ø | Lenzing kutistuma / Shrinkage ... |
| cN | Ø | Lenzing shrink force 180 C |

Mikäli mitatut arvot ylittävät tai alittavat määritetyt toleranssit, asiasta reklamoidaan langan toimittajalle. Mikäli poikkeama on riittävän vakava, virheellisestä lankaerästä voi saada alennusta tai sitten langan toimittaja toimittaa uuden erän. Virheellistä lankaerää ei yleensä voida käyttää tuotannossa. Muutamia harvoja poikkeuksia lukuun ottamatta langat ovat spesifikaatioiden mukaisia. Jos tuote läpäisee laboratoriomittaukset, kyseinen erä saa hyväksytyt käyttöpäätöksen ja trukikuskut alkavat paikoittaa laatikot lankavarastoon. Ennen paikoitusta jokaiseen laatikkoon laitetaan tarra, josta ilmenee langan materiaali, lankaerä, laatikkonumero sekä laatikossa olevan langan kilomäärä. Laatikoiden varastopaikat määritetään SAP:iin, jolloin jokainen laatikko on helposti löydettävissä.

6.2 Loimaus ja lastaus

Trukkikuskit toimittavat loimilangoiksi tarkoitetut langat luonnin alueelle. Loimaajat purkavat lankarullat laatikosta ja asettavat ne raamiin. Tässä vaiheessa jokainen käyttöön tuleva lankarulla tarkastetaan silmämääräisesti ja mahdolliset huonot rullat poistetaan käytöstä. Yleensä työnjohtaja käy kuvaamassa huonot rullat ja informoi lankojen tilaajaa, joka tapauskohtaisesti reklamoi langan toimittajalle. Satunnaisia huonoja rullia esiintyy ja ne ovat useimmiten seurausta laatikon saamasta kolhusta.

Kun lankoja aletaan luoda raamista loimirullalle, luontikone tarkkailee lankojen eheyttä, jännitystä ja luontimetrejä. Mikäli esimerkiksi lanka katkeaa, kone pysähtyy. Katkennut lanka solmitaan ja merkitään luontipöytäkirjaan, että siinä rullassa on solmu. Liitteessä 1 on esimerkki luontipöytäkirjasta, jonka loimaajat täyttävät jokaisesta luonnista. Jokaisella loimirullalla on oma järjestysnumerosa, jolloin kukin rulla on yksilöity. Tämä on tärkeä tieto siinä vaiheessa, kun asettajat alkavat lastata loimirullia kutomakoneeseen. Työnjohtajat merkitsevät lastauskarttaan, missä järjestyksessä rullat on asetettava koneeseen. Kaikki erityistä huomiota vaativat rullat järjestetään koneeseen niin, että ne tulevat reunimmaiselle tukille. Liitteessä 2 on erään kutomakoneen lastauskartta. Siitä huomataan, että tukille 3 eli kutomakoneeseen nähden uloimmalle tukille on sijoitettu muista poikkeavat rullat. Kudonnan aikana siltä tukilta on helpoin tarkkailla poikkeavia rullia sekä korjata mahdolliset virhekohdat, yleensä solmut. Tässä esimerkissä muita loimirullia ei ole tarvinnut paikoittaa erikseen vaan lastausjärjestys on niiden osalta ollut vapaavalintainen.

Joskus käy niin, että rulla pääsee putoamaan raamista. Sen takaisin laittamisessa on huomioitava, että lanka kulkee suorassa. Koska loimi on useimmiten poikkiprofiililtaan litteä, sen kierteisyys jäisi myös kudoksessa näkyviin. Kuvassa 14 on esitetty erilaisia loimen poikkiprofiileja.



KUVA 14. Erilaisia loimen poikkiprofiileja. (Kuivatuskudokset)

6.3 Solminta

Solminnan aikana keskeisin tekijä on itse solmukoneen toimivuus sekä solmintapedin valmistus. Mikäli näissä ilmenee puutteita, niiden seuraukset tulevat näkyviin lähinnä raaka-aloituksen aikana ja sen pitkittymisenä. Varsinaiselle tuotteelle tulee harvoin mitään näkyviä jälkiä kehnon solminnan seurauksena.

6.4 Kudonta

Kudontaa aloitettaessa varmistetaan, että tietokoneelta ladataan oikea sidos. Ennen kappaleelle laittoa varmistetaan vielä käsin tehtävällä mittauksella, että tiheys on varmasti oikea. Vaikka tietokoneelta on haettu oikea sidos tiheyksineen, voi itse kutomakoneessa olla jotain vikaa, mikä aiheuttaa väärän tiheyden. Tiheyden on ensiarvoisen tärkeää olla oikein, sillä se määrittää suurelta osin kappaleelle saatavan ilmanläpäisyn. Toinen ilmanläpäisyyen vaikuttava asia on loimijännitys, joka varmistetaan myös ennen varsinaisen kudonnan aloittamista.

6.4.1 Automaattinen valvonta

Kutomakoneessa on automaattista valvontaa, mikä osaltaan estää virheiden pääsyn peruuttamattomasti kudokseen. Koneessa on loimilaserit takana vartioimassa mahdollisia loimikatkoja. Mikäli katkos tapahtuu, kone pysähtyy ja tietokoneelle tulee ilmoitus, että pysähdysten syy on loimilaser. Loimijännitykselle on asetettu raja-arvot, joiden sisällä tulee pysyä. Raja-arvon ylittyessä tai alittuessa kone pysähtyy ja siitä seuraa virheilmoitus ”loimijännityksen yläraja” tai ”- alaraja”.

Kuteeseen voi syntyä erilaisia sykkyröitä ja solmuja, kun se kulkee kudepöntöstä esipuo-laajan ja jarrujen kautta tarttujan tai projektiilin kuljetettavaksi. Näiden havaitsemiseksi kutomakoneessa on solmuvahdit, jotka antavat koneelle pysähdyskäskyn, mikäli joku paksuuntunut kohta kulkee solmuvahdin läpi. Kuteen päätyminen vireeseen suorana ja koko vireen pituudelle on varmistettu siten, että kutomakoneen ei-kuteensyöttöpäädysssä on tunnustelija, jolta lähtee virheilmoitus, jos tarttuja tai projektiili ei ole päässyt kunnolla asemaansa tai sillä ei ole kude mukana.

6.4.2 Ihmisen suorittama valvonta

Vaikka kutomakoneessa on automaattista valvontaa melko paljon, se ei silti pysty estämään kaikkia virhetilanteita. Kutojat valvovat laatua tarkkailemalla syntyvää kudosta koneen etupuolella sekä loimikenttää takapuolella. Vaikka loimikatkojen vartiointiin on laserit, ne eivät pysty reagoimaan sellaisiin katkoksiin, jotka eivät syystä tai toisesta tule lasersäteen alueelle. Koneen käyttäjät kävelevät taka- ja etuhoitosillan päästä päähän monta kertaa vuoron aikana varmistaakseen, ettei laatupoikkeamia ole päässyt syntymään. Joskus käy niin, että esimerkiksi loimikatkeaminen on tapahtunut jo jonkin aikaa sitten ja kudosta on ehtinyt valmistua esimerkiksi metrin verran ilman tätä yhtä tai useampaa loimea. Loimi kuitenkin korjataan takaisin heti kun katkeaminen havaitaan sekä tarkastetaan laserien toiminta. Usein lyhyehköt ja yksittäiset loimipuutokset ovat vielä korjattavissa tarkastuksessa. Loimijännitteen raja-arvojen ylityksen tai alituksen jälkeen koneen käyttäjä on tarkastaa, ettei loimikentässä ole havaittavissa mitään erityistä jännitepoikkeamaa. Mikäli loimijännite päättyy raja-arvojen ulkopuolelle usein, tekninen osaaja selvittää tarkemmin, mistä vika johtuu ja korjaa sen tai pyytää työnjohtajaa tilaamaan jonkun muun tahon, kuten vaikka sähkömiehen korjaamaan sen.

Vireeseen menevään kuteeseen voi vartioinnista huolimatta päätyä pieniä nyppyjä eli kude on jostain syystä jäänyt löysäksi. Näiden havaitseminen ja vireeseen pääsyn estäminen on melko haasteellista, sillä konehan ei pysähdy, mikäli vartijat eivät ole reagoineet. Kone käy ihan normaalisti ja kangasta tulee jo muutamassa minuutissa monta senttiä. Nyppykuteet on korjattavissa tarkastuksessa, joten ei kannata ottaa sitä riskiä, että kangasta purkaisi. Siitä jäisi todennäköisemmin pahempi jälki kuin nyppykuteen korjaamisesta. Mikäli nyppykuteita alkaa esiintyä useammin, koneen käyttäjä ja tekninen osaaja selvittävät syyn ja pyrkivät korjaamaan sen. Kutojat eivät tosin aina edes tiedä, että nyppykuteita on päässyt kankaalle, sillä ne saattavat olla hyvin heikosti nähtävissä, varsinkin jos nyppy pullistuu enemmän kankaan alapuolelle. Toisinaan kudeongelmien aiheuttajaksi osoittautuu keskeltä pullea lankarulla, minkä seurauksena lankakierrokset päätyvät laipan alle. Tämä joko estää langan purkautumisen tai päästää ison sykkyrän eteenpäin, pahimmassa tapauksessa aina kappaleelle saakka. Kutoja ilmoittaa viallisesta rullasta työnjohtajalle, joka puolestaan informoi langan tilaajaa. Muitakin kudevirheitä päättyy satunnaisesti vartioinnin ohi kankaalle ja tällä hetkellä ihmissilmin tehtävä laadun tarkkailu on ainoa keino havaita näitä. Ihmisen valvottavaksi jää myös kankaan pinnan laatu. Viiran

pinnan tulee olla täysin moitteeton ja siihen mahdollisesti tulevat poikkeamat eivät ole käytössä olevin menetelmin koneellisesti havaittavissa.

6.5 Irrotus ja raakatarkastus

Viira on irrotettavissa kutomakoneelta siinä vaiheessa, kun seuraavaa kappaletta on kudottu muutama metri. Kangas sidotaan putken ympärille tiukasti tarranauhoilla ja siirretään lattialle odottamaan tarkastusta. Teippien käyttöä tulisi välttää, koska niistä jää helposti liimajälkiä. Putkien päihin laitetaan muovisuojat eli ns. hatut. Kangaspakkaa on käsiteltävä varoen, sillä uloimmainen kerroskin on ihan tilausta eli siihen ei saa tulla mitään nirhaumia tai raapaleita.

Viirat tarkastetaan tuotannonsuunnittelijan määräämässä järjestyksessä. Tämä tarkoittaa sitä, että kappale on saatettu kutoa jo paljon ennen tarkastusajankohtaa. Toisaalta, joskus kappale joudutaan kuljettamaan välittömästi kudonnan jälkeen tarkastukseen. Kappale tutkitaan tarkkaan molemmilta puolilta ja mahdollisista poikkeamista tehdään merkinnät tarkastuskarttaan sekä korjataan korjattavissa olevat puutokset. Mikäli tarkastajat eivät ole varmoja jonkun virheen vakavuudesta tai korjausmahdollisuudesta, he pyytävät laatuinsinöörin paikalle, joka sitten tekee jatkopäätöksen. Joskus käy niin, että kappale hylätään tarkastuksessa tai jopa vasta lämmössä ja siitä seuraa kyseisen kappaleen uudelleen kudonta. Tarkastuksessa on usein hankalaa arvioida, mistä jokin erikoinen virhe kankaalle päätynyt, mikäli kudontajanalle ei ole jätetty mitään mainintaa. Usein kudonnasta on kulunut jo sen verran pitkä aika, että kutojat eivät välttämättä muista tapahtumasta mitään tai sitä ei ole havaittukaan kudonnan aikana.

6.6 Välivarastointi

Tarkastamattomia viirapakkoja välivarastoidaan välillä pitkiäkin aikoja kutomon lattialla tai kuljetuskärkyjen päällä. Kuvassa 15 on esimerkki säilytystilanteesta.



KUVA 15. Viirapakkojen välivarastointi

Viiraja ei ole mitenkään suojattu mutta ne pyritään säilyttämään kulkuväylien ulkopuolella. Tehdasta ei ole kuitenkaan suunniteltu kangaspakkojen säilytystä varten, joten ylimääräinen lattiatila on rajallinen. Kutomossa on paljon trukkiliikennettä, ja trukkikuskeja onkin ohjeistettu varomaan lattioilla olevia viirapakkoja. Trukin nostohaarukan osuessa viiraan siihen tulee helposti ns. raapale, jolloin viiran pinta vähän vaurioituu. Pahimmassa tapauksessa kankaaseen tulee reikä. Samanlaisia kolhuja voi aiheuttaa toisen putken suojaamaton pää. Tämän ehkäisemiseksi putkien päissä käytetään muovisuoja, jotka näkyvät kuvan 6 keskimmaisissa putkissa. Kuvan oikeassa reunassa olevan putken pää on suojaamaton. Kuvassa olevissa pakoissa on myös muutamia teippejä.

7 LAATUPOIKKEAMAT

7.1 Lievät virheet

Kuivatusviiraan päätyvistä virheistä lievimpiä ovat hyvin heikosti näkyvät pysähdysraidat. Ne eivät vaikuta tuotteen käytettävyyteen vaan ovat sellaisia, että valo peilautuu kyseisellä kohdalla vähän eri tavalla kuin muualla kudoksessa. Hyvin lieviä virheitä ovat myös satunnaiset pienet nypyt varsinkin pohja- ja välikuteessa. Ne voidaan kiristää ja katkaista ilman, että kohtaan jää mitään näkyvää tai tuntuvaa jälkeä. Ne eivät myöskään heikennä viiran kestävyyttä. Pintakuteen nypyt täytyy päätellä pohjapuolelle mutta ei niistäkään synny kankaalle mitään vakavaa poikkeamaa.

7.2 Kohtuulliset

Selvemmin näkyvät mutta ei kuitenkaan tuntuvat seisontaraidat ovat jo kohtuullisen vakavia virheitä. Tällaisissa tapauksissa kutomakoneen pysähdys on aiheuttanut pienen tiheyseron, joka näkyy raitana. Loimen puuttuminen pieneltä matkalta katsotaan myös kohtuulliseksi virheeksi, sillä jokainen loimipuutos on korjattava käsin ja täsmälleen sidoksen mukaisesti. Tästä jää aina pieni jälki kankaalle. Kuteessa olevat pienet solmut ja sykkyrät ovat myös jonkin verran haitallisia, sillä vaikka solmut ja sykkyrät saa usein hyvin oiottua, niistä jää tiukkaan sidokseen helposti pieni harva kohta. Pienet nirhaumat tai raapaleet ovat myös luokiteltavissa kohtuullisen vakaviksi virheiksi. Kohtuullisiksi luokiteltavat virheet eivät yleensä johda kappaleen sekundoimiseen mutta niiden vuoksi joudutaan tekemään enemmän työtä, että tuotteesta saadaan hyväksyttävä.

7.3 Kriittiset

Mikäli kankaalle tulee useita loimipäitä ja jos ne ovat kovin lähekkäin, on suuri vaara, että kangas joudutaan hylkäämään ja kutomaan uudelleen. Näiden korjauksesta jää niin tuntuva jälki kudokseen, ettei se tasoitu edes lämmössä. Samoin isommat sykkyrät kuteessa voivat aiheuttaa niin suuren harvan kohdan kudokseen, että sitä ei välttämättä voi hyväksyä. Hylkäämisen aiheuttavat myös isot raapaleet ja reiät.

8 LAADUNVALVONNAN KEHITTÄMINEN ALKUTUOTANNOSSA

8.1 Materiaalit ja loimaus

Tekemäni esiselvityksen perusteella materiaaleissa ei ole ilmennyt mitään hälyttäviä poikkeamia ainakaan loimauksen aikana. Harvakseltaan on ollut tilanteita, että loimikenttää ei ole saatu pysymään luonnissa kireällä, kun kone on pysäytetty. Tähän syyksi on ilmennyt avivointiaineen eli sähköisyyttä poistavan aineen liiallinen määrä. Näissäkin tilanteissa langan tilaaja oli ollut toimittajaan yhteydessä ja he olivat sopineet korvauskäytännöt. Satunnaisesti havaitaan pieniä värieroja yksittäisissä loimissa mutta se ei usein ole käytön esteenä. Värivirheiset loimet ovat kudonnassa vaihdettavissa virheettömiin. Näkemykseni mukaan Fabricsilla on toimiva menettelytapa, jos havaitaan materiaali puutoksia. Koska viallisia materiaaleja esiintyy suhteellisen harvoin, voi päätellä laboratoriomittausten ja toleranssimääritysten olevan riittävät.

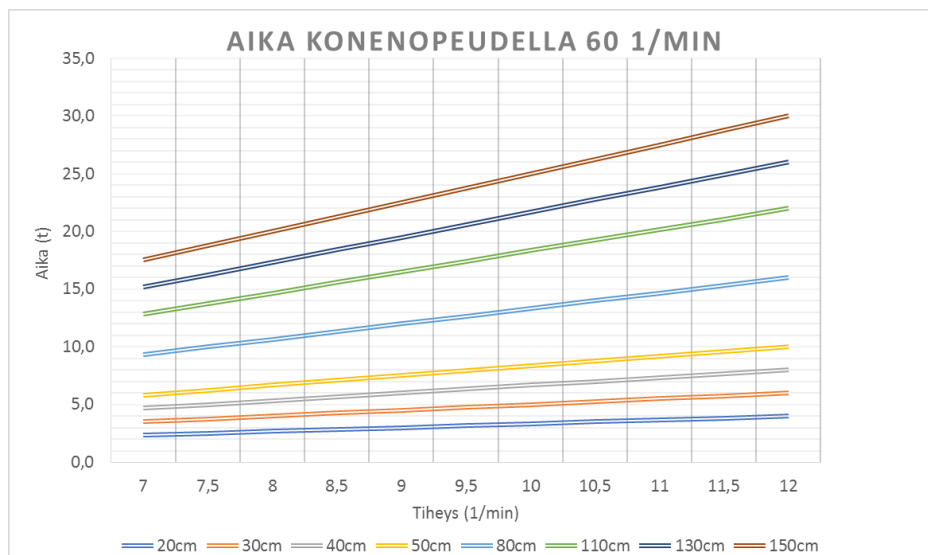
8.2 Kudonta

Kudonnan laadunvalvonnassa haasteeksi osoittautui se, että kudoksen taustapuolta on erittäin hankala valvoa. Tämän seurauksena osa taustapuolen virheistä voi mennä kudonnan aikana läpi eikä virhettä saada korjattua hyvissä ajoin. Kudoksen pintapuolellakin näkyvät virheet ovat nähtävissä vain kaiteen ja rintavalssin välisellä alueella, jonka pituus on noin puoli metriä. Koneen nopeudesta ja kudoksen tiheydestä riippuen virhe on havaittavissa vain noin 10 minuutin ajan. Ajan (t) määrittäminen on esitetty kaavassa 1.

$$t = \frac{\rho \cdot s}{v} \quad 1.$$

jossa ρ (lankaa/cm) on kudoksen tiheys, s on kudottu pituus (cm) ja v on kutomakoneen nopeus (iskua/min). Joten esimerkiksi 50 cm:n kudontaan kuluu aikaa 6,7 minuuttia, jos konenopeus on 60 1/min ja kudoksen tiheys 80 1/cm. Tiheyden kasvaessa aika pitenee ja konenopeutta kasvatettaessa se taas puolestaan vähenee. Tiettyyn matkaan käytetty aika on siis suoraan verrannollinen kudoksen tiheyteen ja kääntäen verrannollinen konenopeuteen.

Kuviossa 2 on esitetty eri kudontapituuksiin kuluva aika riippuen käytetystä tiheydestä. Kuvion suorat kuvaavat kudontapituutta, tiheys on vaaka-akselilla ja aika on luettavissa pystyakselilta.



KUVIO 2. Matkaan kuluva aika kudostiheyden funktiona

Periaatteessa virheet voidaan havaita vielä rintavalssin ja vetovalssin välisellä noin puolen metrin alueella, jossa kangas kulkee lähes pystysuoraan mutta käytännössä tarkkailu keskittyy kaiteen ja rintavalssin väliselle alueelle. Virhekohta saattaa ehtiä jo vetovalssien väliin piiloon, kun kutoja tekee jotain muuta tai on tauolla. Mielestäni kudonnan aikana olisi mahdollista reagoida virheisiin paljon nykyistä tehokkaammin. Virheiden havaitseminen tehostuisi huomattavasti, mikäli viira voitaisi tarkastaa molemmin puolin jo kudonnassa. Lisäksi jos virhekohdat olisi nähtävissä vielä myöhemmässäkin vaiheessa, niitä voisi olla mahdollista korjatakin jo kutomakoneella.

8.2.1 Tarkastusteline kutomakoneelle

Kutomakoneen yhteyteen rakennettavan tarkastustelineen avulla kudoksen pohjapuolikin olisi tarkastettavissa. Lisäksi jo kertaalleen vetovalssien väliin piiloon menneet virheet olisi mahdollista havaita uudelleen. Periaate telineestä ja sen sijainnista kutomakoneeseen nähden on esitetty liitteessä 3. Viira kulkee edelleenkin hoitosillan alta, jonka jälkeen se nousee telineen päälle ja laskee toisen putken jälkeen alas. Pakkaputki kerää kankaan rullalle kuten tähänkin saakka. Viira on kuvattu turkoosilla värillä. Ainoastaan pakkaput-

ken sijainti muuttuu. Viiran pohjapuolen tarkastus mahdollistuu, koska se näkyy nyt telineen alla molemmin puolin. Yhdellä edestakaisella tarkastuskävelyllä telineen alla on mahdollista nähdä pohjaa kahden metrin verran – metri per puoli. Ensimmäinen kerta, kun taso tulee näkyville, on 4-5 metrin päässä kudoksen reunasta.

Suurin osa virheistä voisi olla korjattavissa jo kutomakoneella, jolloin erillinen tarkastusvaihe olisi huomattavasti nopeampi suorittaa tai sen voisi jättää jopa kokonaan tekemättä. Erillinen tarkastusvaihe olisi tarpeen vain siinä tapauksessa, että kudonnassa syntyneen virheen korjaaminen kestäisi niin kauan, että kutomakoneen seisottaminen korjauksen ajaksi ei olisi perusteltua. Kutomakoneella suoritettava virheiden korjaus edellyttää, että kutojille opetettaisi ainakin yleisimpien virheiden korjaustekniikat. Toisaalta myös tarkastuksesta vapautuisi resursseja, koska erikseen tarkastettavien kappaleiden lukumäärä pienenee. Tällöin ainakin osa tarkastajista voisi tehdä tarkastus- ja opetustyötä suoraan kutomossa.

Erilliseen tarkastusvaiheeseen kuluu paljon aikaa, niin henkilötunteja kuin koneaikaakin. Kappaleille kirjautuu myös välivarastointiaikaa niiden odottaessa tarkastusta. Erottelin SAP:n tietojen perusteella tunnit, jotka kuluvat eri vaiheisiin alkaen tilauksen kutomisen loppumisesta ja päättyen siihen, kun se on tarkastettu ja siirretty odottamaan lämpökoneelle pääsyä. Tiedot on kerätty ajalta kesäkuu – joulukuu 2017. Odotusajoissa tarkasteluväli päättyy marraskuuhun 2017. Taulukossa 3 on esitetty koneen B tunnit. Koneen A tunnit ovat taulukossa 4.

TAULUKKO 3. Vaihe- ja odotusajat. Kone B.

| Kone B | odotus ka (h) | koneaika yht. (h) | hlöaika yht. (h) | henkilö- määrä/tilaus |
|-----------------|------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| kesäkuu | 70:50:37 | 41,0 | 70,8 | 2,0 |
| heinäkuu | 80:08:54 | 41,0 | 74,0 | 1,9 |
| elokuu | 61:42:59 | 80,8 | 149,0 | 1,9 |
| syyskuu | 123:28:56 | 42,0 | 77,5 | 1,9 |
| lokakuu | 126:09:28 | 56,5 | 103,8 | 1,9 |
| marraskuu | 57:21:21 | 50,3 | 112,3 | 2,2 |
| joulukuu | | 42,9 | 81,2 | 2,0 |
| yhteensä | <u>86:37:02</u> | <u>354,4</u> | <u>668,5</u> | <u>2,0</u> |

TAULUKKO 4. Vaihe- ja odotusajat. Kone A

| Kone A | odotus ka (h) | koneaika yht. (h) | hlöaika yht. (h) | henkilö- määrä/ti- laus |
|-----------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| kesäkuu | 66:28:51 | 119,4 | 238,8 | 2,4 |
| heinäkuu | 101:45:20 | 37,3 | 72,0 | 1,9 |
| elokuu | 121:47:24 | 106,5 | 175,3 | 1,7 |
| syyskuu | 95:25:52 | 89,3 | 168,3 | 2,0 |
| lokakuu | 88:02:25 | 87,5 | 136,5 | 1,6 |
| marraskuu | 117:47:25 | 74,0 | 119,3 | 1,7 |
| joulukuu | | 67,0 | 140,3 | 2,2 |
| yhteensä | <u>98:32:53</u> | <u>580,9</u> | <u>1050,3</u> | <u>1,9</u> |

Taulukossa odotusaika on se aika, mikä kuluu kudonnan lopetuksen ja tarkastuksen aloituksen välillä. Koneaikaan kuuluu pakan nosto tarkastuskelkkaan ja siitä pois sekä varsinainen tarkastukseen kulunut aika eli se aika, minkä kappale on ollut tarkastustelineessä. Henkilöajassa on huomioitu kaikkien tarkastukseen osallistuneiden henkilöiden työtunnit. Viimeisessä sarakkeessa on keskimääräinen henkilömäärä yhtä tarkastettavaa tilausta kohden. Odotusajassa on määritetty keskimääräinen yhden kappaleen odotusaika ja kone- ja henkilöajoissa on määritetty kuukausittainen kokonaistuntimäärä. Alimmalla rivillä on yhteenlaskettu tuntimäärä, mikä on kulunut välivarastointiin, koneaikaan ja henkilöaikaan tarkasteltavana olleen seitsemän kuukauden aikana. Henkilömäärästä on esitetty seitsemän kuukauden keskiarvo. Kun kokonaisajat suhteuttaa tarkastajien työaikamuotoon eli aamuvuoroon (8 h/vrk), tarkoittaa koneajan alin rivi sitä, että kone B:n kappaleita on irrotettu kutomakoneesta, siirretty tarkastustelineelle tai ollut telineellä tarkastettavana 44,3 työpäivän ajan. Tarkastustyöhön on kulunut 83,6 työpäivää, jos tunnit laskee vain yhdelle henkilölle. Tosiasiassa yhtä kappaletta tarkastaa useimmiten kaksi henkilöä, kuten henkilömäärä/tilaus -sarakkeen alimmalta riviltä voidaan havaita.

Kun tarkastajat tekisivät tarkastus- ja korjaustyötä kutomossa, he voisivat samalla opettaa kutojia korjaamaan virheitä. Nykyisin kudottavissa kappaleissa suurin osa tarkastuksen kirjaamista virheistä on lieviä pysähdysraitoja, joille ei tehdä mitään tarkastuksessakaan. Työn kohteena olevista kahdesta koneesta ainakin toisella eli koneella B tarkastustelineen käyttö olisi hyvinkin perusteltua. Kyseisellä koneella kudotuissa kappaleissa on erittäin vähän korjattavaa, mikä ilmenee tarkastajien konfirmoimista kudonnan virheistä välillä kesä – joulukuu 2017. Nämä tiedot löytyivät myös SAP:n kautta mutta niitä ei saanut

suoralla haulla. Fabrics:lla oli onnekseni yhteistyöhaluisia asiantuntijoita, joiden osamista pystyin hyödyntämään ja sain koottua haluamani tiedot. Liitteessä 4 on esitetty eri tyyppisten virheiden esiintyminen kuukausitasolla koneilla A ja B.

Sarakkeissa olevat numerokoodit kuvaavat erityyppisiä virheitä. Taulukon alimmalla rivillä olevat yhteistulokset on korostettu niin, että sinisellä pohjavärillä olevia virhetyyppisiä ei ole havaittu lainkaan kesä – joulukuun aikana tarkastetuista kappaleista. Vihreällä pohjavärillä korostettuja virheitä on löytynyt 1 – 9 kpl, oranssilla korostettuja 10 – 30 kpl ja muissa on punainen pohjaväri. Suurin lukema, joka vastaa koodia 59S molemmilla koneilla, ei käytännössä ole lainkaan virhe vaan se on koneen pysähdyksestä seuraava, häivähdyksenomaisesti havaittavissa oleva kuteensuuntainen raita – lähinnä sellainen, josta valo heijastuu hieman eri tavalla kuin viereisestä kohdasta. Toinen suuri yhteistulos koneella A vastaa koodia 22, joka tarkoittaa kudelenkkejä. Kyseisellä koneella näitä virheitä esiintyy huomattavasti enemmän kuin koneella B. Oranssilla pohjalla olevat lue- mat vastaavat virheitä, joita ovat mm. raapale, tuplakude, kudesykkyrä, -lenkki ja tahra. Lukumääräisesti vähäisimpiä virheitä ovat mm. kudesolmu ja -katkeama, kude- ja loimi- tyhjä, erilaiset likatahrat sekä hieman voimakkaammin näkyvät pysähdysraidat. Virhe- analyysin perusteella kone B:ltä tulevissa kappaleissa on vain muutama huomiota vaativa poikkeama, jotka kaikki olisi helposti korjattavissa kutomakoneella. Mikäli kappaleet saisi luotettavasti tarkastettua jo kudonnan aikana, säästyisi huomattavasti erilliseen tar- kastukseen sekä välivarastointiin kuluvaa aikaa – kappaleet voisi siirtää suoraan kudon- nasta lämpökäsittelyjonoon.

8.2.2 Tilausraportin tulostuminen Exceeliin

Tämän työn yhteydessä pyysin, että kutojat tulostavat tilausraportit kutomakoneilta A ja B aina tilauksen valmistuttua. Tulostuskomento annetaan kutomakoneella ja raportti tulostuu kutomon toimiston tulostimeen. Raportista ilmenee, mitä virheitä koneella on tilauksen aikana ollut, mikä tilaus ja mikä sidostyyppi on kyseessä ja milloin tilauksen kudonta on aloitettu ja milloin se on tulostettu. Tulostus ei ollut mikään uusi tehtävä ku- tojille mutta näiltä koneilla raportteja ei ole tarvinnut aiemmin tulostaa. Halusin selvittää, miten paljon ja mitä virhetilanteita koneella on. Raportteja tulikin ihan kiitettävästi ja sain kerättyä tietoja useammalta kuukaudelta. Jokaisen raportin tiedot piti syöttää yksitellen Exceeliin.

Kuvassa 16 on erään tilauksen aikana raporttiin kirjautuneet virheet. Tässä esimerkkitapauksessa virhetyyppejä on ollut vain 3 eli ”Kudelanka”, ”Kone yleensä” ja ”Esipuolaaja”. Muut ”Määrä” -sarakkeeseen kirjautuneet tapahtumat ovat pysäytykset ”Seis” -napilla tai valoverholla sekä kuderullan tyhjenemisestä ilmaiseva ”tyhjä kuderulla”.

| | aika / min | Määrä |
|--------------------|------------|-------|
| Seis- nappi | 33 | 3 |
| Varsikone | 0 | 0 |
| Vetovalssi | 0 | 0 |
| Loimenpäästö | 0 | 0 |
| Päämoottovi | 0 | 0 |
| Kudelanka | 64 | 6 |
| vasen tarttuja | 0 | 0 |
| oikea tarttuja | 0 | 0 |
| Hydrauliikka | 0 | 0 |
| Kone yleensä | 1 | 2 |
| Valoverho seisokit | 6 | 1 |
| Hätä - Seis kytkin | 0 | 0 |
| | | 0 |
| Loimilangat | 0 | 0 |
| esipuolaaja | 2 | 1 |
| tyhjä kuderulla | 42 | 7 |
| tukin vaihto | 0 | 0 |
| Pääkytkin | 0 | 0 |
| kuteen korjaus | 0 | 0 |
| koneen korjaus | 0 | 0 |

KUVA 16. Kutomakoneen tilausraportti

Taulukossa 3 on yhteenveto tilausraporteista poimituista vikatilanteista ajalla marraskuu – helmikuu. Tulokset on eritelty virhe- ja sidostyyppittäin.

TAULUKKO 3. Tilausraporttien yhteenveto.

| Kone B | | | | | Kone A | | | | | |
|-------------|-----|-----|-------|--|------------|------|-----|-----|---------|-------|
| Values | 840 | 4a5 | Total | | Values | 840 | 921 | 4a5 | DS2F32S | Total |
| Kudevirhe | 431 | 634 | 1065 | | Kudevirhe | 1023 | 55 | 952 | 19 | 2049 |
| Tarttuja v. | 24 | 48 | 72 | | Vast.otto | 51 | 0 | 42 | 0 | 93 |
| Tarttuja o. | 1 | 2 | 3 | | Syöstävä | 305 | 12 | 354 | 1 | 672 |
| Loimilaser | 30 | 69 | 99 | | Loimilaser | 23 | 0 | 15 | 2 | 40 |
| Esipuolaaja | 12 | 23 | 35 | | | | | | | |

Taulukosta ilmenee, että koneilla A ja B vikatilanteet keskittyvät muutamiin tapauksiin. Näiden esiintymistaajuudesta ei ollut entuudestaan tietoa, sillä tilausraporttien sisältämä informaatio ei ole helposti saatavissa mistään muualta. Kutomakoneella on tosin virhe- loki, josta näkee historiatietoa mutta siitä on melko hankala saada kattavaa kokonaiskuva.

Jos koneella työskentelevät tietäisivät paremmin, kuinka paljon ja mitä virheitä todellisuudessa on, niiden korjaaminen voisi olla tehokkaampaa. Kehitysehdotus raporttien paremmasta hyödyntämisestä on sellainen, että Fabricsin kannattaisi selvittää, onko mahdollista hakea kutomakoneen ohjelmasta tietoa suoraan Exceeliin. Tällöin tiedot voisi automaattisesti järjestää haluttuun muotoon Exceeliin ja tietoa olisi helposti saatavissa ja muokattavissa.

8.2.3 Sähköinen kudokartta

Vuorojen välisen tiedonkulun parantamiseksi ehdotan sähköistä kudokarttaa. Se auttaisi koneen käyttäjiä tietämään, mitä tilauksen aikana on tapahtunut ja reagoimaan nopeammin erilaisiin poikkeamiin. Esitys kartan mallista on liitteessä 5. Käyttöönotto vaatii erillisen ohjelman, joka kommunikoi kutomakoneen tietokoneen kanssa reaaliaikaisesti. Kutomakoneella pitäisi olla joku laite, mistä kartan näkee. Tähän soveltuisi ihan tavallinen tabletti tai jokin vastaava. Jos kutomakoneelta saisi luettua käyntitietoa, niin kudokarttaan piirtyisi sen perusteella historiatietoa kudonnan etenemisestä. Koneen käydessä kartta lisääntyisi samaan tahtiin ja kun kone pysähtyy, karttaan tulisi värillinen viiva, joka vastaa tiettyä virhettä. Karttaan tulisi voida myös kirjoittaa itse havaintoja. Tämä voisi toimia siten, että kun kartan jotain kohtaa, esimerkiksi (5,5;9), klikkaa, siihen tulee ponnahdusikkuna, johon voi kirjoittaa haluamansa tekstin, esimerkiksi ”päitä 3”. Ikkuna poistuu enterillä ja klikattu ruutu jää eri väriseksi kuin muut ruudut. Ruutuun tulee myös järjestysnumero, jonka perusteella kartan alaosaan tulisi näkyviin selite, mikä ponnahdusikkunaan on kirjoitettu. Tarkastuksessa voisi olla vastaava järjestelmä, jolloin tarkastajat voisivat kirjata tarkastushavainnot suoraan tarkastuksen karttaan. Enää ei tarvitsisi täyttää erillistä tarkastuspöytäkirjaa. Kudonnan kartta olisi haettavissa tarkastuksen kartan päälle, jolloin olisi helppoa katsoa, onko jonkun tietyn virheen kohdalla tapahtunut kudonnassa jotain poikkeavaa. Tämän toiminnon avulla tietämys kudonnan virheiden vaikutuksista paranee ja oikeiden korjauskohteiden valinta täsmentyy. Kehittyneimmillään tabletin tiedot voisi lukea suoraan SAP:iin, jolloin niitäkään kirjauksia ei tarvitsisi enää tehdä.

9 POHDINTA

Tämän työn tavoitteena oli kehittää menetelmiä, joiden avulla laadunvalvontaa saisi tehostettua. Kehityskohteita löytyi varsinkin kudonnan ja tarkastuksen työvaiheista. Vaikka tämän työn puitteissa ei ollut mahdollista toteuttaa ratkaisuja käytännössä, työn tilaaja oli erittäin tyytyväinen ratkaisujen teorialuonnosteluun. Näitä menetelmiä tullaan hyvin suurella todennäköisyydellä toteuttamaan käytännössäkin, kunhan siihen löytyy aikaa.

Tarkastustelineen rakentaminen kutomakoneen yhteyteen mahdollistaa kudoksen tarkastuksen jo kudonnan yhteydessä, jolloin erillisen tarkastusvaiheen voi jättää jopa kokonaan pois. Näin toimien jo yhden koneen kuukausittaisen tuotantomäärän aikana säästyy hie-
man alle sata tarkastuksen henkilötyötuntia. Näille resursseille on varmasti tuottavampaa käyttöä jossain muualla tehtaan toiminnoissa. Lisäksi riskialtis välivarastointi kudonnan ja tarkastuksen välillä jää pois ja tuotteet saadaan suoraan lämpökäsittelyjonoon. Tästä hyötyy myös tuotannonsuunnittelu, koska yksi välivaihe jää kokonaan pois. Aikaisem-
paan toimintaan verrattuna priiman kudoksen varmistuminen jo kudonnan aikana vähen-
tää mahdollisuuksia, että tuote paljastuukin huonoksi vasta myöhemmässä vaiheessa, kun se otetaan tarkastukseen.

Sähköinen ja visuaalinen kudokartta parantaa koneen käyttäjien tietoisuutta kudonnan aikaisista tapahtumista. Nykytilanteeseen verrattuna se on suuri parannus, sillä tähän asti historiatiedon saaminen ja varsinkin kokonaisuuden hahmottaminen on ollut vaikeaa. Tiedon lisääntyminen auttaa varsinkin teknisiä osaajia kohdistamaan korjaustoimenpiteet oikeisiin asioihin. Tarkastuksessa käytettäessä kartta olisi apuna kudonnan virhekohtien analysoinnissa.

Kutomakoneen tilausraporttien tulostuminen ja lajittelu suoraan Exceeliin parantaa konei-
den virhetaajuuksien analysointia ja korjaustoimenpiteiden kohdistamista oikeisiin koh-
teisiin. Nykyisin tällaisen aineiston kerääminen vie resursseja, koska tiedot on syötettävä
Exceeliin käsin. On myös epävarmaa, tuleeko raportteja, sillä kutoja saattaa unohtaa tulos-
taa sen.

Työ oli mielenkiintoinen ja yrityksen työntekijät ja toimihenkilöt olivat aina käytettä-
vissä, mikäli tarvitsin apua.

LÄHTEET

- Andersson, P. H., Hiltunen, K. & Villanen, H. 2004. Laatutoiminta suomalaissa yrityksissä. 2004, s 41.
- Hallintajärjestelmien yleisyys. N.d. Julkaisu Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n nettisivulla. Viitattu 7.3.2018.
- Innokylä. Aivoriini. Luettu 2.3.2018. <https://www.innokyla.fi/web/malli109565>
- ISO 9000 Laadunhallinta. Luettu 7.3.2018. https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/tuotteet_valokeilassa/iso_9000_laadunhallinta
- Johdanto laadunhallinnan ISO 9000 -standardeihin. SFS:n luentoaineisto. Luettu 5.3.2018. <http://slidesprint.com/johdanto-laadunhallinnan-iso-9000-ppt>
- Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., & Tsuji, S. 1984. Attractive quality and must-be quality.
- Kotkamills. Kotkamillsiltä kuluttajapakkauskatonkeja pakkauksiin ja tarjoiluastioihin. Julkaistu 19.9.2016. Luettu 10.3.2018. <http://www.kotkamills.com/en/news/news2016/body0=1750>
- Kuivatuskudokset. 2017. Valmetin koulutusmateriaali.
- Laatu- ja laatujohtaminen. Aalto yliopiston luentomateriaali. Luettu 17.3.2018. https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/617956/mod_resource/content/1/Luento%2010%20-%20Laatu%20ja%20laatujohtaminen.pdf
- Laatukeskus. Menestyjäorganisaatiot. Luettu 10.3.2018. <http://www.laatukeskus.fi/palvelut-excellence-finland-arviointipalvelut/menestyjaorganisaatiot>
- Lecklin, O. 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. 5. painos. Hämeenlinna: Talentum.
- Lillrank, P. 1990. Laatumaa. Jyväskylä: Gaudeamus Oy.
- Maaseudun tulevaisuus. Julkaistu 25.4.2014. Luettu 6.3.2018. <https://www.maaseudun-tulevaisuus.fi/mets%C3%A4/stora-enso-k%C3%A4%C3%A4nt%C3%A4paperikoneen-kartongille-varkaudessa-1.61229>
- Metsä Fibre. Yleisperhdytys. Luettu 17.3.2018. <http://elearning.fi/metsafibre/yleisperhdytys/>
- Qualitas Forum. Apua laatuun ja innovaatioon. Luettu 5.3.2018. <http://www.qualitas-forum.fi/Apualaatuunjainnovaatioon/MalcolmBaldridgelaatupalkintoarviointi.aspx>
- Raatikainen, R. 1994. Kehittäjä – huomisen voittaja. 1. painos. Lahti: Salpausselän kirjapaino
- SFS. <https://www.sfs.fi/iso9000>

Soste. Arviointityökaluja. Luettu 3.3. 2018. <https://www.soste.fi/elinvoimaiset-jarjestot/kehittaminen-ja-arviointi-jarjestoissa/arviointityokaluja-3.html>

Soste. Mitä on laatu? ”Oikealla laadulla lisää kilpailukykyä?”. Luettu 5.3.2018. http://www.soste.fi/media/koulutukset-2015/jarjestotoiminnan-koulutukset/j-e4rvinen_tani_arviointifoorumi_soste2015.pdf

Suomen metsäteollisuus. <http://docplayer.fi/22653047-Suomen-metsateollisuus-2015-2035-19-tammikuuta-2016-loppuraportti-x304203.html>

Valmet. Toimialat. Luettu 12.3.2018. <http://www.valmet.com/fi/toimialat/>

LITTEET

Liite 1. Luontipöytäkirja



Luonnin seurantalomake

| | | | | |
|---|----------------|-----------------------------|---|----------------------|
| Loimityyppi | | Loimilanka materiaali nro : | | Loimilanka erä nro : |
| Raami | Tuotantotilaus | Kutomakone | Tukin erä nro | Rullamuoto |
| Langan jännitys master-rullalla ennen tasausvalssia | | | Langan jännitys master-rullalla tasausvalssin jälkeen | |
| 1) | 2) | 3) | 1) | 2) 3) |

LOIMIRULLIEN KEHÄPITUUKSIEN MITTAUKSET (cm)

| Num | Konem | Kâsim | Kuŧtaus | Num | Konem | Kâsim | Kuŧtaus | Num | Konem | Kâsim | Kuŧtaus | Num | Konem | Kâsim | Kuŧtaus |
|-----|-------|-------|---------|-----|-------|-------|---------|-----|-------|-------|---------|-----|-------|-------|---------|
| 1 | | | | 24 | | | | 47 | | | | 70 | | | |
| 2 | | | | 25 | | | | 48 | | | | 71 | | | |
| 3 | | | | 26 | | | | 49 | | | | 72 | | | |
| 4 | | | | 27 | | | | 50 | | | | 73 | | | |
| 5 | | | | 28 | | | | 51 | | | | 74 | | | |
| 6 | | | | 29 | | | | 52 | | | | 75 | | | |
| 7 | | | | 30 | | | | 53 | | | | 76 | | | |
| 8 | | | | 31 | | | | 54 | | | | 77 | | | |
| 9 | | | | 32 | | | | 55 | | | | 78 | | | |
| 10 | | | | 33 | | | | 56 | | | | 79 | | | |
| 11 | | | | 34 | | | | 57 | | | | 80 | | | |
| 12 | | | | 35 | | | | 58 | | | | 81 | | | |
| 13 | | | | 36 | | | | 59 | | | | 82 | | | |
| 14 | | | | 37 | | | | 60 | | | | 83 | | | |
| 15 | | | | 38 | | | | 61 | | | | 84 | | | |
| 16 | | | | 39 | | | | 62 | | | | 85 | | | |
| 17 | | | | 40 | | | | 63 | | | | 86 | | | |
| 18 | | | | 41 | | | | 64 | | | | 87 | | | |
| 19 | | | | 42 | | | | 65 | | | | 88 | | | |
| 20 | | | | 43 | | | | 66 | | | | 89 | | | |
| 21 | | | | 44 | | | | 67 | | | | 90 | | | |
| 22 | | | | 45 | | | | 68 | | | | | | | |
| 23 | | | | 46 | | | | 69 | | | | | | | |

Sääd. Vasen

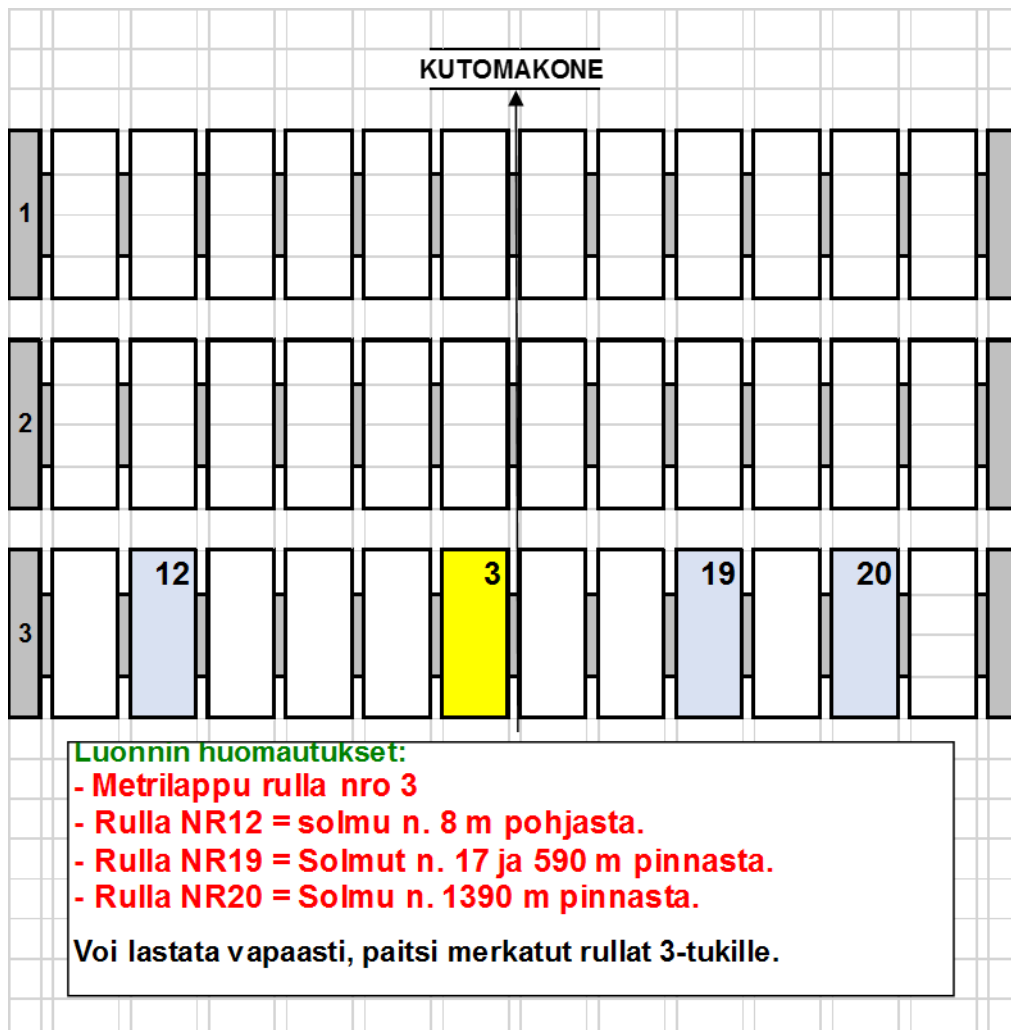
Saad. Oikea

| Gruppo: Valeriani | | | Gruppo: Quirici | | |
|-------------------|-------|--------|-----------------|-------|--------|
| Num. | Käsım | Konem. | Num. | Käsım | Konem. |
| 1. | | | 1. | | |
| 2. | | | 2. | | |
| 3. | | | 3. | | |
| 4. | | | 4. | | |

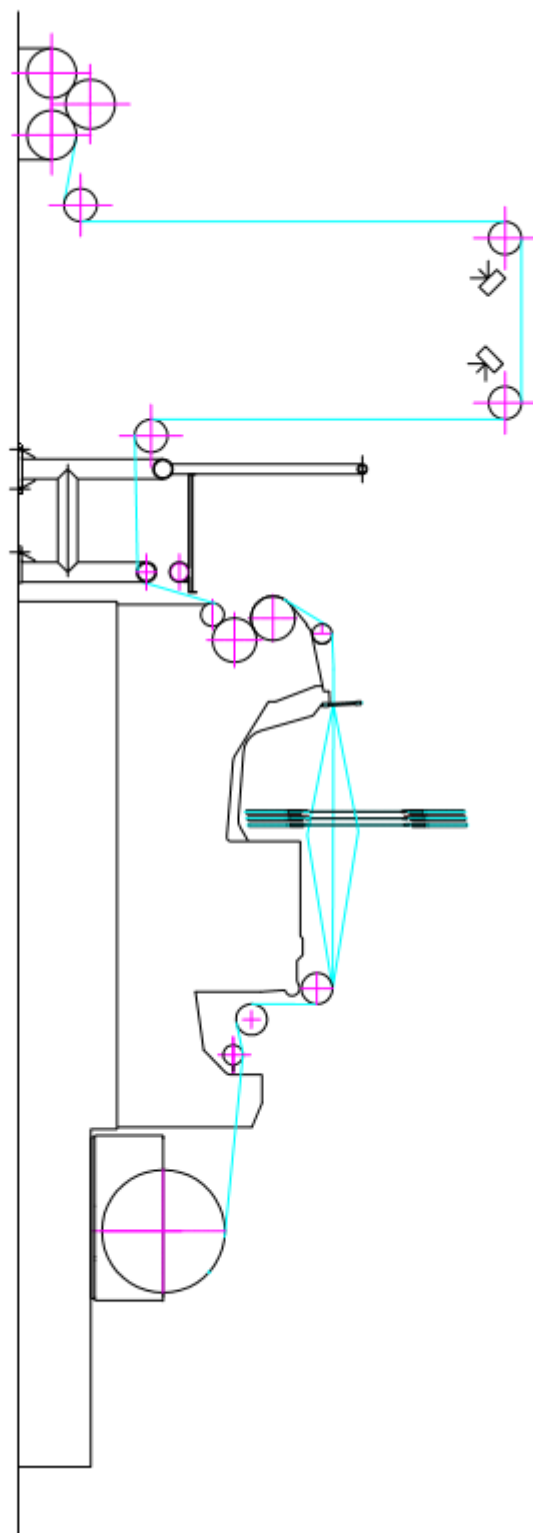
| | | | | |
|-----------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| Lankaluku | Luonti pituus | Tukin kierrokset | Metrilaput | Merkkilangat |
| Ajonopeus | Raamin paine etu | taka | Ajopaine kone-arvo | N |
| | | | Aloituspäivä | Lopetuspäivä |

Luonnin huomautukset :

Liite 2. Kutomakoneen lastauskartta



Liite 3. Tarkastusteline kutomakoneelle



Liite 4. Tarkastuksessa havaitut virheet koneilla A ja B

| Kone A | 01 | 02 | 03 | 04 | 07 | 08 | 09 | 11 | 13 | 14 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26K | 26R | 28 | 32 | 35 | 36 | 37 | 37P | 39 | 95 | 55 | 56 | 59H | 59K | 59P | 59S | 59T | 66 | 68 | 74 | 76 | 87 | 87A | 87B | 87R | 87T | 87Ö | 89 | 92 | 93 | 95 | 99 ei 59S | |
|-----------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----------|------|
| kesäkuu | 28 | | 3 | 23 | | 1 | 1 | 1 | | 5 | 1 | 1 | 380 | | | | | | 1 | | | 1 | 4 | | | | 6 | 2 | 2 | 4 | 12 | 1191 | 1 | 2 | 6 | 1 | 3 | 19 | 2 | 13 | 1 | 8 | 6 | | 7 | | 4 | 549 | |
| heinäkuu | 7 | | | | | 1 | 1 | 2 | | 1 | | | 7 | | | | | | | | 2 | | | | | 1 | 3 | | | 6 | 29 | | | 3 | | 1 | 3 | 2 | | | 1 | | | | | 41 | | | |
| eloku | 19 | | 64 | 2 | | 5 | | 1 | | 6 | | | 245 | | | | | | | 1 | | | | | | 4 | | | 2 | 26 | 826 | | | | 1 | 6 | 5 | | | | 3 | | 7 | | | 14 | 411 | | |
| syyskuu | 11 | | | 3 | 1 | 5 | | | | 6 | | 1 | 210 | 1 | | 1 | | | 1 | | | | | | | 17 | | | 1 | 15 | 709 | | | 1 | 2 | 3 | 7 | 3 | 12 | | 2 | | | | 5 | 308 | | | |
| lokakuu | 6 | | 2 | 2 | | 2 | | 4 | 4 | 2 | | 1 | 232 | | | | | | | | | | | | | 9 | | 1 | | 9 | 556 | | | 1 | 2 | 19 | 8 | 1 | 1 | 7 | | 2 | | | 2 | 317 | | | |
| marraskuu | 19 | | | | | 4 | | | | 7 | | | 276 | | | | | 2 | | | | | | 3 | | 5 | | | | 1 | 13 | 431 | | | 2 | 2 | 6 | 6 | 1 | | 5 | | 1 | 1 | | 1 | 355 | | |
| joulukuu | 37 | | | 1 | | 4 | | 3 | | 7 | | 1 | 218 | | | | | | 19 | | | 1 | | | | 5 | 1 | 2 | 1 | 12 | 500 | | | 3 | 2 | 16 | 5 | 13 | 1 | | | 1 | | | 1 | 354 | | | |
| yhteensä | 127 | 0 | 69 | 31 | 1 | 22 | 2 | 11 | 11 | 27 | 1 | 4 | 1568 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 | 21 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0 | 3 | 1 | 49 | 3 | 5 | 9 | 93 | 4242 | 1 | 2 | 10 | 10 | 19 | 75 | 26 | 40 | 3 | 26 | 6 | 2 | 17 | 0 | 1 | 26 | 2335 |
| Kone B | 01 | 02 | 03 | 04 | 07 | 08 | 09 | 11 | 13 | 14 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26K | 26R | 28 | 32 | 35 | 36 | 37 | 37P | 39 | 95 | 55 | 56 | 59H | 59K | 59P | 59S | 59T | 66 | 68 | 74 | 76 | 87 | 87A | 87B | 87R | 87T | 87Ö | 89 | 92 | 93 | 95 | 99 ei 59S | |
| kesäkuu | | | | | | | | | | | | | 25 | | | | 1 | | | | 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 11 | 62 | |
| heinäkuu | 5 | | | 3 | | 1 | | 1 | | | | | 1 | 1 | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | 3 | 2 | | 1 | 2 | | | 1 | | 3 | 30 | | |
| eloku | | | | 14 | | | | | | | 1 | | 2 | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | 1 | 379 | | | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | | 1 | | | | 2 | 39 | | |
| syyskuu | 4 | | | 10 | | 2 | | | 1 | | | | 2 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | 2 | 1 | 1 | | | | | | | 34 | | | |
| lokakuu | 6 | 1 | | 11 | | | | 1 | | 2 | | | 3 | | | 1 | 2 | | | 8 | | | | 4 | | | 4 | 2 | 1 | | | | | | 3 | | 7 | 1 | 1 | 2 | | 1 | 2 | | 4 | 67 | | | |
| marraskuu | 1 | | | 3 | | | | | | | 2 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | 4 | | | | | | | 3 | 4 | 15 | 1 | | | | | | 4 | 42 | | | | |
| joulukuu | 12 | | | 6 | | 2 | | | | 5 | 21 | 1 | 1 | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 2 | 5 | | 2 | | | | 5 | 2 | | 2 | 67 | | | |
| yhteensä | 28 | 1 | 0 | 47 | 0 | 5 | 0 | 2 | 5 | 25 | 2 | 2 | 26 | 10 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 4 | 9 | 1 | 2 | 10 | 1769 | 0 | 0 | 2 | 14 | 11 | 30 | 9 | 6 | 3 | 4 | 0 | 1 | 8 | 4 | 0 | 26 | 341 |

Liite 5. Sähköinen kudostarkka

